

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Механіко-машинобудівний інститут**

**Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.А.Пасічник

(підпис)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Дипломний проект**

**на здобуття ступеня бакалавра**

з напрямку підготовки -

**6.050503 Машинобудування**

(код і назва)

на тему: Головка розточна з двома різцями для великих діаметрів

Виконав (-ла): студент (-ка) \_4\_ курсу, групи МІ-51\_

(шифр групи)

Кравченко Вадим Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник Солодкий Валерій Іванович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Консультант

\_\_\_\_\_ (назва розділу)

\_\_\_\_\_ (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент

\_\_\_\_\_ (посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному  
проекті немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань.

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Київ – 2019 року

# **Пояснювальна записка до дипломного проекту**

на тему: Головка розточна з двома різцями для великих діаметрів \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Київ – 2019 року



**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут (факультет) Механіко-машинобудівний

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 6.050503 Машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.А.Пасічник

(підпис)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломний проект студенту**

Кравченку Вадиму Андрійовичу \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Головка розточна з двома різцями для великих діаметрів \_\_\_\_\_

керівник проекту Солодкий Валерій Іванович \_\_\_\_\_ ,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом проекту \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проекту Матеріал деталі: чавун; діапазон отворів – більше 500 мм, глибина отвору – 300 мм, шорсткість – 6,3 мкм, тип виробництва -одиничне \_\_\_\_\_

4. Зміст пояснювальної записки 1. Аналітичний огляд інструменту для отворів великого розміру. 2.Розроблення конструкції розточної головки. 3.Технологія виготовлення корпусу. 4.Свердлильний пристрій. \_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) 1.4 конструкції розточної головки на базі яких здійснюється синтез об'єкту проектування. 2.Складальне креслення корпусу розточної головки. 3.Основні операції

технології виготовлення корпусу розточної головки. 4.Конструкція свердлильного пристрою. 5.Розрахунок внутрішніх напружень

6. Консультанти розділів проекту\*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	4 конструкції розточної головки	18.03.2019	
2	Складальне креслення корпусу розточної головки	11.04.2019	
3	Основні операції технології виготовлення корпусу розточної головки із зазначенням режимів оброблення	25.04.2019	
4	Конструкція свердлильного пристрою виконаного на базі універсальних складальних пристроїв.	16.05.2019	
5	Розрахунок внутрішніх напружень	23.05.2019	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Кравченко В.А. \_\_\_\_\_  
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту \_\_\_\_\_  
(підпис)

Солодкий В.І. \_\_\_\_\_  
(ініціали, прізвище)

\* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.А.Пасічник

Від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2018 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ

Тема проекту	Головка розточна з двома різцями для великих діаметрів
Зміст проекту	Розробити головку з двома різцями для розточування отворів, яка має можливість настроювання на розмір поза верстатом
Технічні умови до проекту	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Матеріал деталі – чугун;</li><li>2. Довжина оброблюваного отвору – 300 мм;</li><li>3. Матеріал різальних елементів – твердий сплав;</li><li>4. Подача ЗОР – примусова через корпус;</li><li>5. Діапазон регулювання розмірів – віж 500 мм до 550 мм;</li><li>6. Допуск на оброблений отвір – Н8-Н9;</li><li>7. Шорсткість – Ra 6.3 мкм;</li><li>8. Верстат – вертикально-фрезерний.</li></ol>
Особливі вимоги	Подача змащувальної рідини під тиском 50-60 бар для примусового видалення стружки.

СП	4 конструкції розточної головки на базі яких здійснюється синтез об'єкту проектування.
ОП	Складальне креслення корпусу розточної головки.
ТС	Основні операції технології виготовлення корпусу розточної головки із зазначенням режимів оброблення.
СК	Конструкція свердлильного пристрою виконаного на базі універсальних складальних пристроїв.
СП	Розрахунок внутрішніх напружень, що діють на головку під час роботи.
НУ	
Студент _____ дата "___" _____ 20 р. Викладач _____ дата "___" _____ 20 р.	

Прийняті позначення:

СП – стан питання.  
ОП – об'єкт проектування.  
ТС – технологічна складова.

КС – конструкторська складова.  
СП – спеціальна складова.  
НУ – наукова складова.

## **АНОТАЦІЯ**

Проект присвячений розробленню конструкції головки розточної з двома різцями для великих діаметрів для оброблення чавуну. За результатами проведеного аналізу конструктивних елементів розточних головок, особливостей оброблення чавуну був обраний найбільш оптимальний варіант.

Розроблена технологія виготовлення корпусу головки розточної. Розраховані припуски, режими різання для інструменту, який використовується. Розроблено пристосування та вдосконалено його для свердління отворів на корпусі. Модель інструмента була виконана в програмі Autodesk Inventor.

Ключові слова: головка розточна, розточування, модульний інструмент, твердосплавні пластини, верстат з ЧПК.

## **SUMMARY**

The project is devoted to the design of a head design with two cutters for large diameters for the treatment of cast iron. According to the results of the analysis of the structural elements of the cutting heads, the features of the treatment of pig iron was chosen the most optimal option.

The technology of manufacturing the body of the head of the blade is developed. Estimated tolerances, cutting patterns for the tool that is being used. The device was developed and improved for drilling holes on the body. The tool model was implemented in the Autodesk Inventor program.

Key words: head boring, boring, modular tool, carbide plates, CNC machine.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	3
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ОТВОРІВ ВЕЛИКОГО РОЗМІРУ .....	5
1.1 Аналіз конструкції головок розточних .....	5
1.2 Конструктивні особливості розточних головок.....	8
1.3 Обґрунтування вибору конструкції розточної головки. ....	15
2 РОЗРОБЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОЗТОЧНОЇ ГОЛОВКИ .....	16
2.1 Конструкція інструменту .....	16
2.2 Принцип роботи .....	21
2.3 Режими та зусилля роботи інструменту .....	22
3 ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСУ .....	24
3.1 Вибір заготовки .....	24
3.2 Базовий технологічний маршрут.....	26
3.3 Технологічний процес .....	27
3.4 Розрахунок припусків на механічну обробку .....	31
3.5 Розрахунок режимів різання .....	33
4 СВЕРДЛИЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ .....	37
4.1 Аналіз об'єкту проектування.....	40
4.2 Конструкція та принцип роботи пристосування .....	40
4.3 Сили затиску при обробленні .....	42
4.4 Розрахунок кондуктора на точність .....	43

5 ВИСНОВОК.....	47
6 ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА .....	48
ДОДАТКИ.....	50

## ВСТУП

Щоб виконати розточні роботи, потрібно використовувати спеціальне обладнання, в якості якого може виступати розточний, фрезерний і токарний верстат. Перший представляє собою різновидність металорізного обладнання, основне призначення якого зводиться до виконання свердління, зенкерування отворів, фрезерування поверхонь, нарізання різьби і інших операцій. Багато від чого результат розточних робіт залежить від використовуваного верстату, де важливо орієнтуватися на форму оброблюваного виробу.

При виконанні подібної обробки створеному отвору забезпечується висока точність розмірів. Разом з тим рівнем продуктивності при розточуванні не такий високий, чим у випадку виконання такої операції, як свердління. В якості основних робочих елементів виступають розточні різці. Всього можна виділити два подібних типи подібних елементів для розточування:

- Прохідні різці. З їх допомогою можна обробляти отвір наскрізного типу;
- Упорні різці. Вони дозволяють виконувати обробку глухих отворів.

Різець для розточки представляє собою робочий інструмент, за допомогою якого можна розточувати оброблюваний виріб. В його пристрої можна виділити 3 ключові частини:

- 1) Пластина, яка може бути змінною і непереточуваною;
- 2) Тіло розточної оправки;
- 3) Хвостовик.

Процес розточування отворів на верстаті

До розточування отворів приступають лише в той момент, коли завершують свердління і розсвердлювання. Метою цих операцій є обробка створеного отвору або надавання йому іншого положення відносно осі.

Для виконання розточування на фрезерувальному верстаті використовують особливі різці або багатолезові інструменти, маніпуляція з



якими полягає в їх обертах. Необхідного результату можна також досягти за допомогою обертання оброблюваного виробу.

При першому варіанті роботи обов'язково потрібно застосовувати напрямні втулки. Основне їх призначення полягає в збільшенні прямолінійності і зменшення відводу осі. Що ж стосується другої схеми обробки, то тут вісь отвору має більш прямолінійне положення, но при цьому відхилення від вісі обертання шпинделя верстату відсутнє.

Розточні роботи можуть виконуватись с застосуванням декількох видів інструментів:

- Розточний різець. Саме до нього в більшості випадків приходять при роботі на токарному обладнанні;
- Борштанги. Виконані у виді скалок, оснащені різцями. Вони є обов'язковим робочим інструментом при роботі на вертикальних і горизонтальних розточних станках;
- Розточні головки. Особливістю цього інструменту використання для обробки отворів 50-600 мм. До них звертаються при роботі на вертикально-розточному обладнанні;
- Тризубі цільні зенкери. До них звертаються в цілях обробки отворів, діаметр отворів яких не перевищує 32 мм. Зазвичай вони застосовуються при роботі на свердлильних верстатах;
- Чотиризубі насадні зенкери. Основне їх призначення в обробці отворів, розмір яких не перевищує 80 мм. Вони є обов'язковим елементом при виконанні розточних робіт на свердлильному обладнанні.

# 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ОТВОРІВ ВЕЛИКОГО РОЗМІРУ

## 1.1 Аналіз конструкції головок розточних

Розточна головка – це основний інструмент для виконання робіт по обробці існуючих поверхонь до заданих параметрів. Подібні роботи: чи то розширення скрізного отвору до потрібного діаметру чи зміщення його відносно заданої осі – виконуються тільки по закінченню свердлильних робіт.

### Основні методи розточування

За даними корпорації Sandik Coromat існує три методи розточування отворів кожному з котрих притаманні певні особливості:

### 2. Стационарний інструмент (рис.1.1)

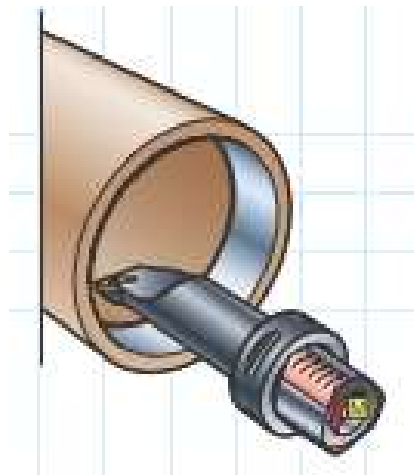


Рисунок 1.1 – Стационарний інструмент

- Використовується тільки для симетричних деталей на токарному обладнанні.
- Профіль може бути отриманий стандартною розточною оправою.
- Дуже гнучка інструментальна система з взаємозамінними різцевими головками.

### 3. Обертальний інструмент (рис.1.2)

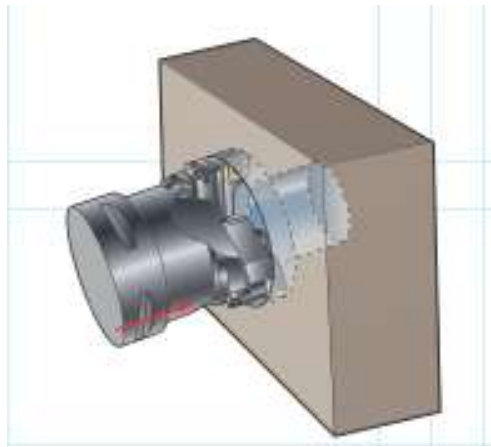


Рисунок 1.2 – Обертальний інструмент

- Використовується для асиметричних деталей на оброблюваних центрах.
- Гнучке інструментальне рішення з регулюванням по діаметру.
- Дуже продуктивний метод для чорнових операціях
- Висока якість отворів по допуску і шорсткість (для чистових операцій)

#### 4. Фрезерування по винтовій інтерполяції (рис.1.3)

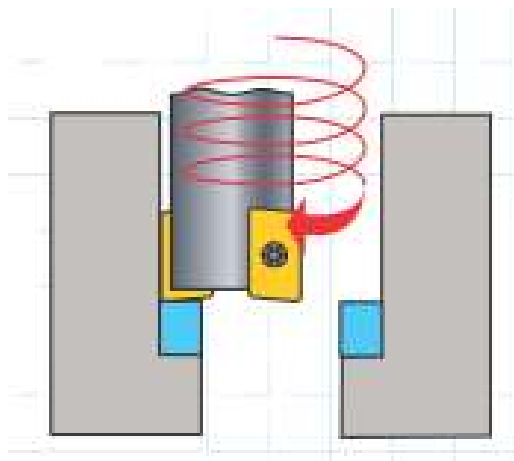


Рисунок 1.3 – Фрезерування по винтовій інтерполяції

- Дуже гнучке рішення, один фрезерувальний корпус може використовуватись для обробки різних діаметрів.
- Хороший вибір при складному стружкодробленні.
- Жорстокі вимоги до обладнання(для чистових операцій).

Залежно від типу операції (чорнова – чистова) застосовують інструмент з різною кількістю різальних елементів (різальних кромки). Найбільш поширеними є інструмент з двома кромками, що застосовують під час чорнового оброблення отворів, та однокромочні (з однією різальною кромкою), що застосовують під час чистового оброблення отворів.

Їх схематичне зображення можливо представити таким чином:

1. Інструмент для чорнової обробки з декількома ріжучими кромками(рис. 1.4).

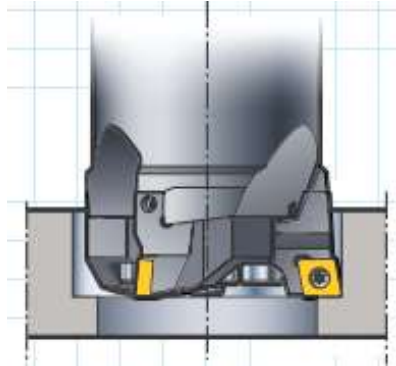


Рисунок 1.4 – Інструмент для чорнової обробки з декількома ріжучими кромками

Операція чорнового розточування отвору використовується для оброблення попередньо отриманих отворів і підготовки для наступної чистової обробки.

2. Інструмент для чистової обробки з однією ріжучою кромкою (рис.1.5).

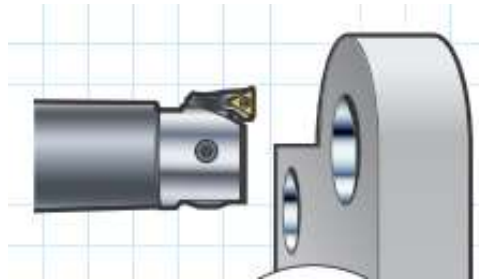


Рисунок 1.5 - Інструмент для чистової обробки з однією ріжучою кромкою

Операція чистового розточування отворів використовується для отримання необхідної точності і шорсткості отвору. Діаметр розточного інструменту може бути відрегульована з точністю до мкм.

## 1.2 Конструктивні особливості розточних головок

Конструктивні особливості застосування розточних головок дозволяють застосовувати картриджну систему кріплення різального елемента на оправці.

На рис.1.6 подано схематичну конструкцію картриджа:

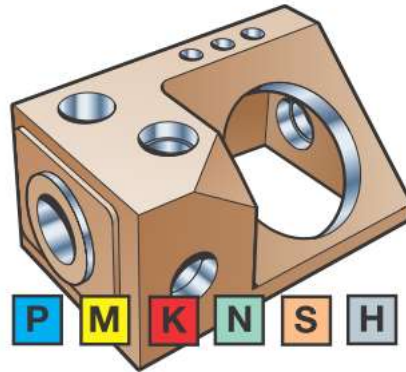


Рисунок 1.6 - Картридж розточної головки

Картриджна система дозволяє маючи одну оправку змінювати різальні елементи враховуючи наступні параметри:

1) Деталь:

- Встановити тип операції і звернути увагу на параметри оброблюваного отвору, стан обладнання і матеріалу заготовки.
- Кріплення, сили затиску і сили різання. Чи схильна деталь до вібрацій?
- Вибрати інструмент, який забезпечує обробку в необхідному діапазоні діаметрів на необхідну глибину з отриманням потрібної шорсткості і точності отвору.

2) Матеріал заготовки:

- Оброблюваність ( коефіцієнт).
- Стружковиділення.
- Твердість.
- Вміст легуючих елементів.

3) Стан обладнання:

- Система кріплення інструменту.
- Жорсткість.

- Частота обертання шпинделя.
- Підвід ЗОР.
- Закріплення заготовки.
- Компонування верстату (горизонтальний або вертикальний)
- Потужність і крутний момент.
- Інструментальний магазин.

Конструкція інструменту дозволяє проводити однолезове або багатолезове розточування. Практика показала, що оптимальне число різальних елементів – 2, при умові їх радіального розташування. Така конфігурація має наступні переваги:

- 1) Завдяки збалансованому розташуванню точність обробки збільшується.
- 2) Знижується рівень вібрації
- 3) Динамічні показники верстату покращуються.

Збільшення кількості різців негативно впливає на баланс головки. Результатом чого ці розточні роботи не будуть мати високу точність, особливо на високих обертах, що знижує продуктивність верстату.

Розточні головки діляться на 2 види, які відрізняються видом подачі:

- Ручні
- Автоматичні

Головки з ручною подачею

Цей вид використовувався на самих перших розточних верстатах з простими системами числового програмного керування. Вони використовуються для напівчистої обробки отворів в металічних виробах з діаметром від 10 до 630 мм. В сучасних умовах їх активно використовують в якості інструменту для виконання робіт, до яких не висувають високих вимог по класу точності.

В якості матеріалу виготовлення використовується високоякісна інструментальна сталь, яка піддається високотемпературному гартуванню і фінішну обробку на шліфувальних станках.

#### Головки з автоматичною подачею

До другого виду розточних головок для фрезерного обладнання найчастіше всього використовують для виконання різних металообробних операцій. В першу чергу, коли виникає необхідність в розточці поверхонь, торцюванні, точінні будь яких зовнішніх поверхонь, та ін. Іншими словами, розглянута різновидність розточних головок підходить для виконання великої кількості операцій, які можуть виникати під час обробки сталених заготовок. Якщо говорити про особливості цієї головки, то потрібно відмітити наявність автоматичної радіальної подачі, яка і дозволяє здійснювати ступінчасту обробку металу.

Застосовують чорнове розточування і напівчистове з припуском під розвертування, чистове розточування для отримання отворів 2-3 класу точності; чистота поверхні до 7-го класу потребує високої кваліфікації працівника, займає багато часу, внаслідок чого застосовується у випадках, коли інші методи або неекономічні, або нездійсненні.

При розточуванні отворів на верстатах розточної групи обертанням різцем, закріпленим в оправці, якщо подача здійснюється шпинделем верстату, то вигин оправки під дією сил різання буде не постійною в результаті змінної величини плеча застосування сили, а значить виникне похибка форми.

Однією з головних відмінностей головок розточних є механічне і не механічне кріплення пластини до державки. Таке рішення має наступні переваги:

- 1) Підвищений час експлуатації державки. В зв'язку з цим можливість використання високоміцних і дорогих матеріалів для державок різців;

- 2) Швидкість переналаштування і заміни змінних пластин, як на верстаті, так і поза ним;
- 3) Відсутність операції заточки і завдяки цьому відсутність втрат твердого сплаву змінних пластин;
- 4) Економія твердого сплаву, так як використаний сплав відправляють на переробку;

Не менш важливим фактором є форма пластин (рис.1.7)

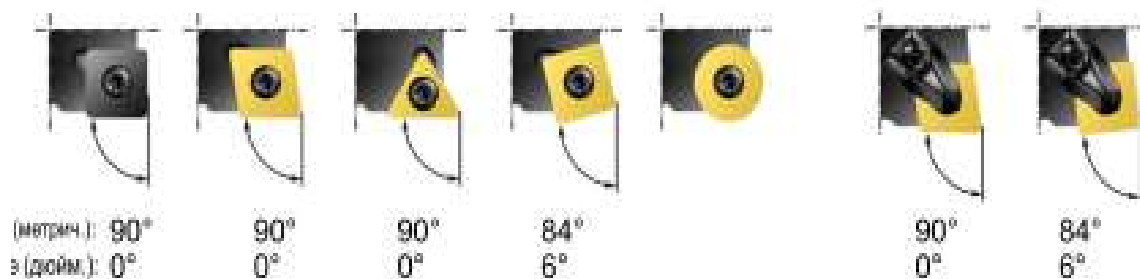


Рисунок 1.7 – Форма змінних різальних пластин

Для забезпечення міцності і економічності рекомендується застосовувати пластини з максимально великим кутом при вершині (рис.1.8) пластини. Для забезпечення міцності пластини рекомендуються застосовувати з найбільшим можливим радіусом при вершині (рис.1.9) пластини [1]. Для уникнення вібрацій при розточуванні рекомендується застосовувати пластини з мінімальним радіусом при вершині



Рисунок 1.8 - Кут при вершині



Рисунок 1.9 - Радіус при вершині

Найпоширеніші форми пластин: прямокутник, ромб та трикутник.



Прямокутна форма (рис.1.10) рекомендується для чорнової та напівчистої обробки в стабільних умовах з високою швидкістю зніманню металу.



Рисунок 1.10 – Форма пластини - прямокутник

Пластина, яка має форму ромба (рис.1.11) використовується для чорнової та чистої обробки з переривчастим різанням і не за стабільних умов.



Рисунок 1.11 – Форма пластини – ромб

Трикутна пластина (рис.1.12) використовується для чорнової і чистої обробки з неперервним або легко переривчастим різанням.



Рисунок 1.12 - Форма - трикутник

Ще одним з можливих видів конструкції є головки з мікрометричним регулюванням (рис.1.13)

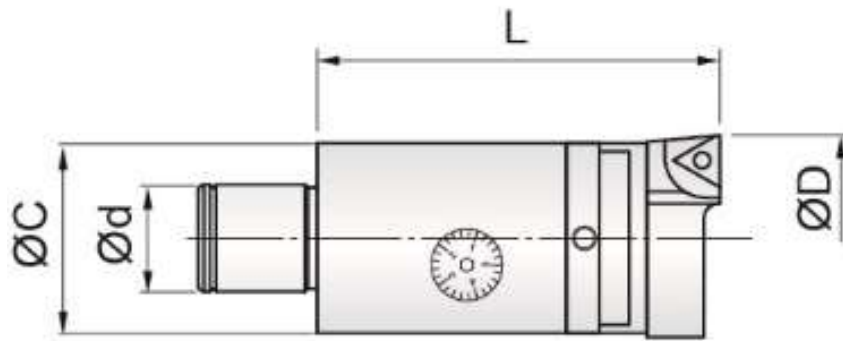


Рисунок 1.13 – Розточна головка з мікрометричним регулюванням

Розточна головка з мікрометричним регулюванням використовують при необхідності отримання жорстких допусків. Дозволяється остаточне регулювання після зміни діаметру отвору, при наявності інструменту в шпинделі верстату. Це дозволяє компенсувати можливі відхилення від заданого положення, які можуть виникати між шпинделем верстату і пристроєм попереднього налаштування інструменту, а також радіальні відхилення і знос пластинки.

Однією з головних відмінностей розточних головок є наявність каналів для ЗОР. В конструкціях, де подача змащувально-охолоджувальної рідини відсутня спостерігається суттєве зниження якості роботи та інструменту. Оскільки ЗОР повинна виконувати ряд функцій:

- Відведення стружки із зони різання;
- Зменшення сил різання і тертя між елементами інструменту і поверхнею отвору;
- Відведення тепла, яке виникає в процесі розточування.

Для цього ЗОР повинна мати певні властивості:

Відвід стружки надійно забезпечується в тому випадку, коли потік ЗОР буде мати таку мінімально необхідну швидкість, при якій кінематична енергія

потоків буде достатня для повідомлення стружки руху вздовж відводних каналів.

На операціях розточування в залежності від діаметру і довжини оброблюваного отвору  $Q$  (розхід ЗОР) зазвичай складає  $0,001 - 0,009 \text{ м}^3/\text{с}$  при  $p = 10 \text{ МПа}$  (де  $p$  – тиск, під яким ЗОР подається насосом). Для вказаних діапазонів  $p$  і  $Q$  витрати потужності при розточуванні можуть скласти 6-10 кВт і в деяких випадках перевищувати витрати потужності на подання ЗОР і відведення стружки дуже важливо. Одним із шляхів зниження витрат потужності є застосування маловязких ЗОР, що позитивно позначається також на її очистці (фільтрації) і зниженні її втрат у вигляді відходів разом зі стружкою. Успішному відводу стружки і продуктів зношування інструменту сприяють хороші миючі властивості ЗОР (т.к. властивість її змочування частин стружки і частини зносу, попередження злипання і приварювання їх до поверхні інструменту і оброблюваної заготовки).

Зменшення сил різання і тертя досягається за рахунок використання змащувальних властивостей ЗОР, а також властивостей, які сприяють різанню. Ці властивості створюються за рахунок додавання в ЗОР спеціальних присадок і поверхнево-активних речовин.

Кожні із присадок сприяє виникненню своєї плівки, яка виникає і зберігається при визначених умовах, є результатом всіх впливів ряду факторів, при чому кожна із присадок в присутності іншої діє активніше.

Відвід тепла при розточуванні з допомогою ЗОР вирішується попутно, поряд з головним призначенням ЗОР – відведенням стружки. Мають місце деякі проблеми, зв'язані з циркуляцією великої кількості ЗОР в одиницю часу, що призводить до її нагріву. І відвід тепла проводиться переважно шляхом конвективного теплообміну між нагрітими поверхнями заготовки і інструменту і потоком ЗОР. Інтенсивність відведення тепла в значній степені залежить від теплопровідності ЗОР, її витрачєня і швидкості переміщення, різності температур охолоджувальних поверхонь і потоку ЗОР. Для

підтримання оптимальної температури ЗОР верстати оснащують теплообмінниками. При підвищенні температури 50-60°C виникають інтенсивні вібрації інструменту, ЗОР випаровується, погіршуються санітарно-гігієнічні умови, можливе загоряння парів ЗОР. Крім того, посилюється окислення ЗОР, внаслідок чого вона втрачає свої властивості.

Маслянні ЗОР широко застосовуються при обробці глибоких отворів. До останнього часу при обробці застосовувався сульфифрезол – мінеральне мастило коричневого кольору, який складається з веретенного мастила з додаванням нігрола та сіри у вільному стані і у вигляді їїмічного з'єднання. Для зниження вязкості часто додають керосін або дизельне паливо. Недоліком сульфифрезола є токсичність.

### **1.3 Обґрунтування вибору конструкції розточної головки.**

Виходячи з того, що інструмент вибирається для обробки чавуну, та полегшення працездатності інструмента, було прийнято конструкцію головки розточної.

Даний інструмент має механічне кріплення різального елемента, прямокутну форму пластинки, мікрометричне регулювання та подачу ЗОР.

## 2 РОЗРОБЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОЗТОЧНОЇ ГОЛОВКИ

### 2.1 Конструкція інструменту

Інструмент, як одна конструкція (рис.2.1) складається з оправки 1, на якому закріплений корпус 2, який фіксує на собі розточну головку 3, яка тримає на собі державку 4 із змінною різальною частиною 5.

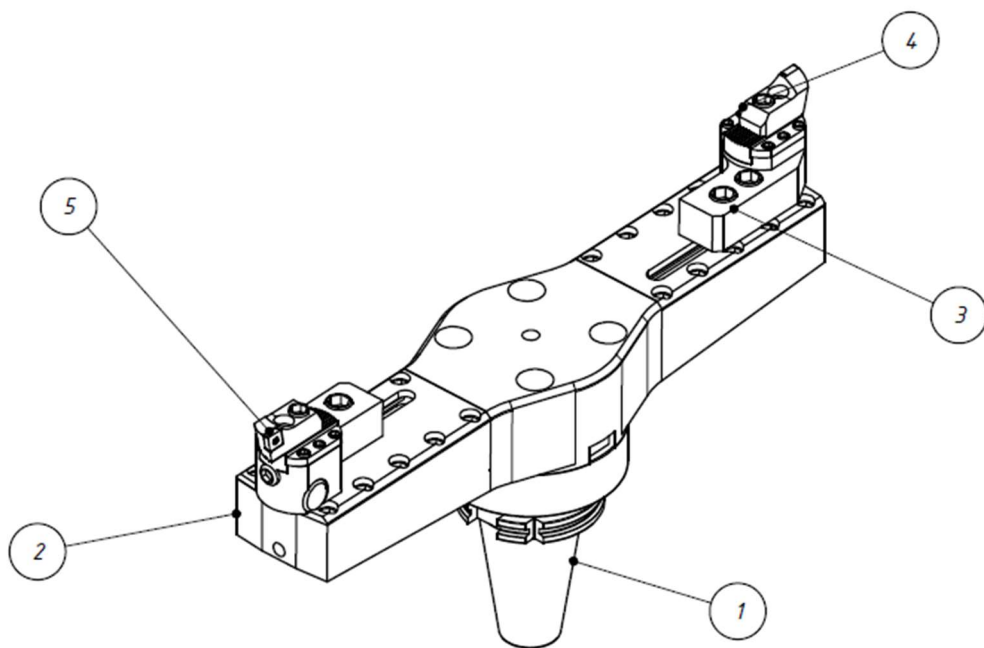


Рисунок 2.1 - Конструкція головки розточної

1. Оправка (рис.2.2). Область застосування: від точної до важкої обробки різанням.

Затиск в шпинделі верстату відбувається за допомогою додаткового штрівеля.  
Центрування відбувається виключно по поверхні конуса.

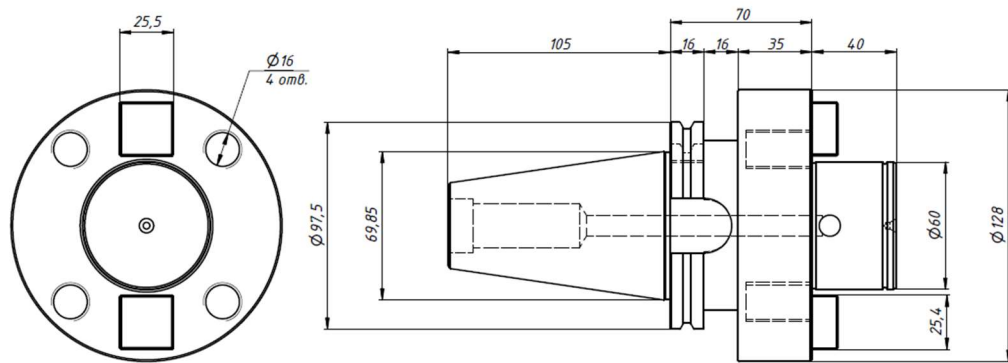


Рисунок 2.2 – Оправка розточної головки

Форма конуса: SK50.

Кріплення інструменту відбувається за допомогою винтів M16X50.

2. Корпус(рис.2.3). Область застосування: дозволяє виконувати чорнові та чистові операції. Великий діаметр обробки та широкий діапазон регулювання (500-550 мм).

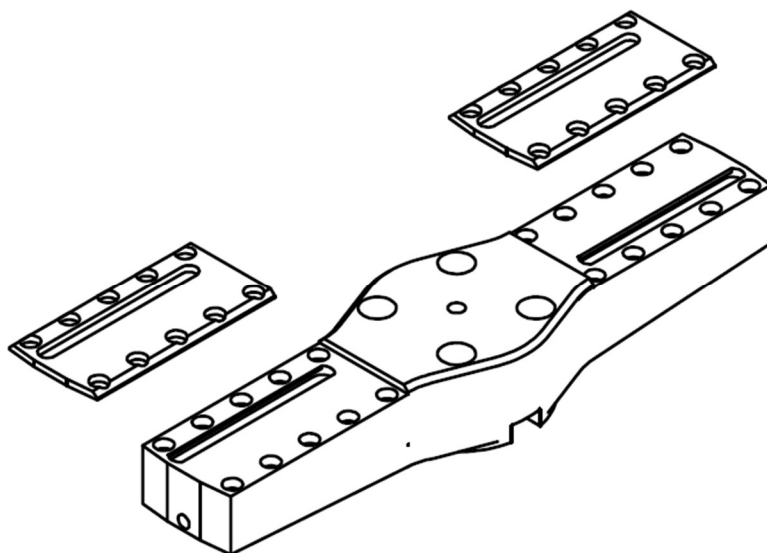


Рисунок 2.3 – Корпус розточної головки.

Особливістю конструкції є легкий та практичний корпус. Регулювання радіальної відстані між розточними головками відбувається за допомогою гвинтів M8X25 та прямокутної гайки, яка притискається двома пластинами за допомогою 20 гвинтів M8X40. Надійна система фіксації між корпусом та розточною головкою для стабільного розточування без вібрації. Матеріал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

3. Різцетримач (рис.2.4). Фіксування відбувається на корпусі, корпусною пластиною. Радіальний рух, який відповідає за змінення діаметру оброблення регулюється за допомогою гвинтів M8X25 та прямокутної гайки, яка рухається в пазу.

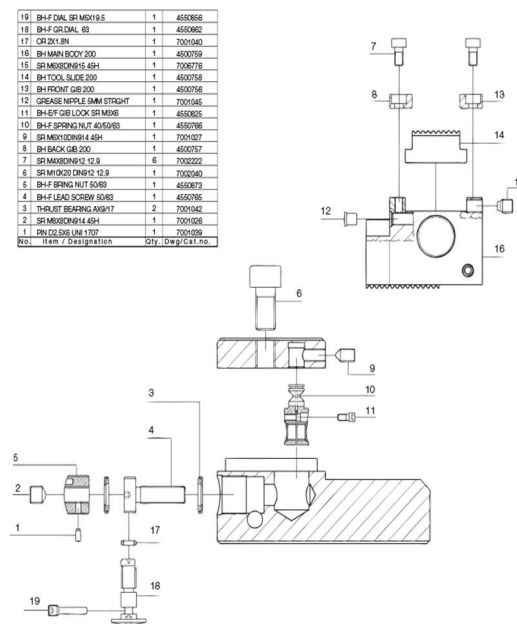


Рисунок 2.4 – Різцетримач

Відмінність в конструкції полягає в можливості мікрометричного регулювання для точного чистового оброблення. Здійснюється за допомогою регулювального гвинта(рис.2.5).

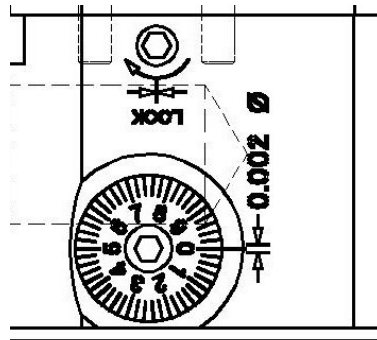


Рисунок 2.5 – Різцетримач з регулювальним гвинтом

Одна поділка регулювального гвинта –  $\varnothing 0,002$  мм.

4. Державка(рис.2.6).Фіксування відбувається на різцетримачі, за допомогою гвинта M8X40. Зміна різальної частини відбувається механічним способом – за допомогою гвинта.

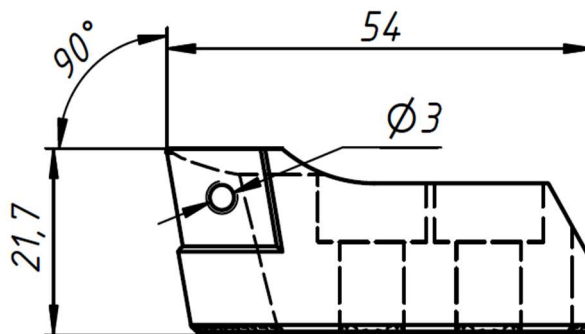


Рисунок 2.6 - Державка

Надійна система фіксації між державкою та різцетримачем для стабільного розточування без вібрації. Розташування пластинки – під кутом 90°. При можливій поломці державки він замінюється повністю, але ймовірність



виникнення данної проблеми надзвичайно мала і виникає тільки внаслідок неправильної експлуатації інструменту.

5. Змінна різальна частина (рис.2.7). Головним критерієм при виборі пластини – уникнення вібрацій. Причиною їх появи – не правильно вибрана геометрія пластини і т.д. По можливості потрібно завжди прагнути до полегшення режиму різання, тобто вибирати пластину з позитивним переднім кутом, гострою різальною кромкою і невеликим радіусом при вершині. Головний кут в плані повинен бути максимально близьким до  $90^\circ$ . Величина радіуса при вершині пластини вказує вплив на радіальну складову сили різання. Тому великий радіус при вершині буде викликати велику величину віджиму інструменту і збільшуватиме можливість появи вібрацій при обробці.

Особливістю збірного інструменту заключається в його працездатності, а саме у відсутності процесу зміни всього різального елемента через зточування або поломки пластинки, або втрати усіх різальних кромek різальних властивостей. При цьому використані елементи віддаються на переробку для подальшого виготовлення нових різальних елементів.

Для чистової обробки сірого чавуну була вибрана форма та матеріал змінної різальної частинки.

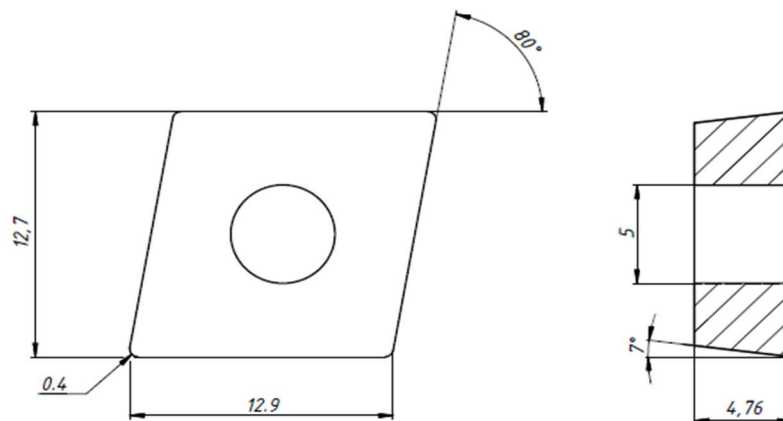


Рисунок 2.7 – Змінна пластинка

Форма: ромб. Головний кут в плані: 80°. Задній кут: 7°. Радіус при вершині: 0,4 мм. Матеріал: СТ3000.

Для фінішної обробки чугуна рекомендується використовувати кермети. СТ3000 – сплав кермету. Спеціально розроблений для високошвидкісної чистової обробки, в порівнянні із традиційними сплавами, володіє високою теплопровідністю і низькою адгезією, що підвищує зносостійкість задньої поверхні пластини і попереджує появу зубців (виямок). Сплав керметів включає в собі карбід титану або карбонітриду, що забезпечує більш довгий термін служби при високій швидкості обробки в порівнянні з твердим сплавом з покриттям.

Його особливості:

- 1) Збільшення швидкості обробки матеріалів високої міцності при більш високих температурах;
- 2) Збільшений термін служби завдяки чудовим антиокислюючим властивостям;
- 3) Широкий діапазон швидкості обробки;
- 4) Підвищення якості оброблюваної поверхні.

## **2.2 Принцип роботи**

Інструмент використовується для чистової обробки великих циліндричних поверхонь, із складно оброблюваного матеріалу – чавуна.

Для примусового видалення стружки, розточування проводять з підводом змащувально-охолоджуючої рідини.

Головка розточна оснащена каналами (внутрішніми) для підводу, безпосередньо у робочу зону, не тільки для охолодження, а для примусового видалення стружки. Здебільшого така потреба виникає при обробці глибоких отворів, тому застосування ЗОР не є постійним.

Особливістю даного збірного інструменту є його універсальність. Тобто можливість використання як для зовнішнього розточування, а саме чистової обробки (забезпечення жорсткого допуску на діаметр), так і для внутрішнього розточування, що може означати чорнове, чистове або комбіноване розточування. Оскільки головка розточна (3) має мікрометричне регулювання, вона може використовуватись і для чистового розточування.

Конструкцією корпусу закладено можливість базування на ньому двох різальних частин.

### 2.3 Режими та зусилля роботи інструменту

При розточуванні глибина різання:

$$t = \frac{(D - d)}{2} \quad 2.1$$

де  $D$  – діаметр інструменту, мм;

$d$  – діаметр початкового отвору, мм;

При розточуванні швидкість різання, м/хв, розраховують за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{mv} \cdot t^{xv} \cdot S^{yv}} \cdot k_v \quad 2.2$$

де  $C_v$ ,  $xv$ ,  $yv$ ,  $mv$  – емпіричні коефіцієнти і показники степені, наведені в табл.9 [2]

$C_v=292$ ;  $xv=0,15$ ;  $yv=0,2$ ;  $mv=0,2$ .

$T$  – період стійкості інструменту, хв;

$t$  – глибина різання, мм;

$S$  – подача, мм/об

$k_v$  – коригувальний коефіцієнт

$$k_v = K_{mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} \quad 2.3$$

де  $K_{mv}$  – коефіцієнт, враховуючий вплив оброблюваного матеріалу;

$K_{Пv}$  - коефіцієнт, враховуючий стан поверхні заготовки ([2],табл.10)

$K_{Иv}$  – коефіцієнт, враховуючий вплив інструментального матеріалу ([2],табл.11)

Для чавуну:  $K_{Пv} = 1$ ;  $K_{Иv} = 0,9$ .

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{nv} \quad 2.4$$

де HB чавуну = 150;

$$nv = 1.25 [2]$$

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{150}\right)^{1.25} = 1,33$$

$$k_v = 1,33 \cdot 1 \cdot 0,9 = 1,197$$

При розточуванні обираємо максимальну допустиму подачу  $S=0.08$  мм/об [4]

Період стійкості Т для розточних головок, робочий діаметр яких 500-550 мм – дорівнює 120 хв, з умовою, що обробляється чавун.

$$V = \frac{292}{120^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,08^{0,2}} \cdot 1,197 = 117,92 \text{ м/хв}$$

Завдяки розрахунковій швидкості різання визначається необхідна частота обертання шпинделя верстату,  $\text{хв}^{-1}$ .

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; \quad 2.5$$

де  $D$  - діаметр оброблюваної поверхні, мм.

$D=550$  мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 117,92}{3,14 \cdot 545} = 69 \text{ об/хв}$$

Визначимо силу різання:

$$P_z = C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot k_v; \quad (2.6)$$

де  $C_p$  – загальний поправочний коефіцієнт і показники степенів наведені в ([2],табл.12)

$$C_p = 92;$$

$$x = 1;$$

$$y = 0.75;$$

$$n = 0.$$

$$P_z = 92 \cdot 1^1 \cdot 0.08^{0.75} \cdot 117.92^0 \cdot 1.197 = 165.6 \text{ Н}$$

### 3 ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСУ

У технології виготовлення корпусу розглянемо ряд технологічних процесів виготовлення корпусу розточної головки, розрахуємо припуски і режими різання для однієї з операцій.

#### 3.1 Вибір заготовки

В машинобудуванні розрізняють наступні види заготовок: виливки, поковки, штампування, прокат, зварні заготовки. При виборі виду заготовки враховують матеріал деталі, її розміри та форму, умови роботи, направлені до неї вимоги точності і тип виробництва.

Виливки в якості заготовки застосовують для деталей із важкою конфігурацією. Виливки є економічно вигідні, і при наявності партії деталей; розміри партії визначаються складністю моделі, так як вартість останньої відноситься до виробу. Чим важча модель, тим більша повинна бути партія деталей, при котрій окупаються витрати, пов'язані з виготовленням деталі. Для деталей прокатного обладнання широке поширення знайшли сталіні виливки, внаслідок важких умов роботи цих деталей в процесі прокатки.

Вибір способу отримання виливки залежить від типу виробництва, так як з підвищенням точності заготовки збільшуються пов'язані з її виготовленням витрати, які можуть окупити себе лише при наявності значної по своїй кількості деталей. В зв'язку з цим в умовах одиничного виробництва найбільше застосування знайшли перші два способи і тільки в невеликому об'ємі інші види сучасного способу лиття.

Штамповки забезпечують велику точність заготовки, чим поковки, але застосування їх обмежується високою вартістю штамів. При виготовленні деталей прокатного обладнання штампування застосовують рідко. Вони можуть бути використані в якості виготовлення великої кількості однотипових деталей.

Прокат застосовують для виготовлення деталей гладких, з невеликим перепадом ступенів, а також для деталей, профіль яких відповідає профілю прокату. Із прокату виготовляють багато деталей прокатного обладнання: осі роликів рольганів, вали редукторів та ін.

Зварні заготовки представляють собою деталь, зварену із декількох відливок, поковок або шматків прокату; застосовуються вони у випадку виготовлення деталей великих розмірів.

Проте найкращим та оптимальним видом отримання заготовки у співвідношенні часу на отримання заготовки, енергозатрати та якості, є отримання заготовки різанням. Тобто, відразання певного шару металу з припусками для подальшої обробки. Це є найбільш доцільний та економічний метод, оскільки для цієї операції не потрібні дорогі верстати або пристрої, оскільки заготовку можна отримати більш легким способом.

### **3.2 Базовий технологічний маршрут**

Заготівельні операції

A<sub>31</sub> – Відрізання заготовки;

Основні механічні та фінішні операції

A<sub>M1</sub> – Фрезерування торця;

A<sub>M2</sub> – Фрезерування профілю;

A<sub>M3</sub> – Фрезерування контуру;

A<sub>M4</sub> – Фрезерування пазів;

A<sub>M5</sub> – Фрезерування Т-подібних пазів;

A<sub>M6</sub> – Свердління отворів 20 шт Ø8 мм;

A<sub>M7</sub> – Розфрезерування отворів 20 шт. Ø13,5 мм;

A<sub>M8</sub> – Розфрезерування отвору Ø11 мм;

A<sub>M9</sub> – Розфрезерування 4 отв. Ø25 мм;

A<sub>M10</sub> – Фрезерування фаски;

A<sub>M11</sub> – Фрезерування торця;

A<sub>M12</sub> – Фрезерування контуру;

A<sub>M13</sub> – Фрезерування конічної поверхні;

A<sub>M14</sub> – Чистова обробка;

A<sub>M15</sub> – Розфрезерування отвору Ø60 мм;

A<sub>M16</sub> – Фрезерування пазу;

A<sub>M17</sub> – Свердління 4 отв. Ø16 мм;

A<sub>M18</sub> – Зенкерування 4 отв.;

A<sub>M19</sub> – Свердління каналів для ЗОР;

Операції підвищення зносостійкості, маркування

A<sub>П1</sub> – Термічна операція;

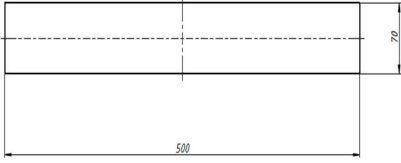


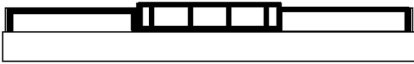
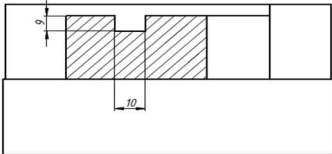
A<sub>П2</sub> – Контрольна операція;

A<sub>П3</sub> – Маркувальна операція;

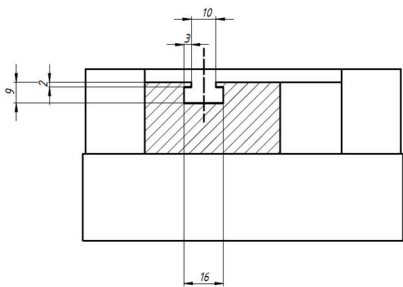
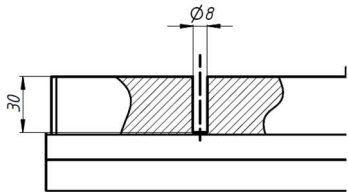
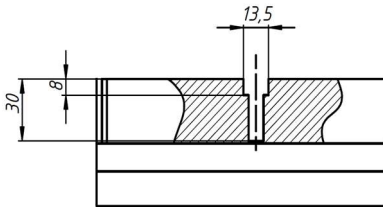
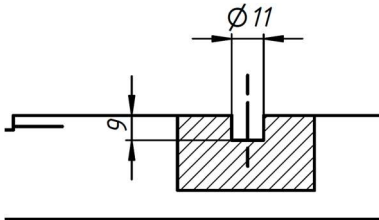
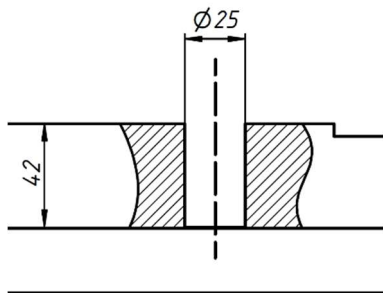
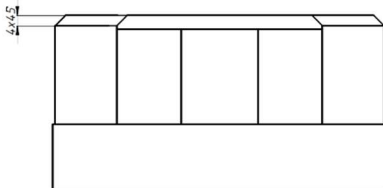
### 3.3 Технологічний процес

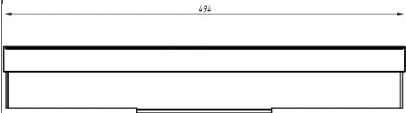
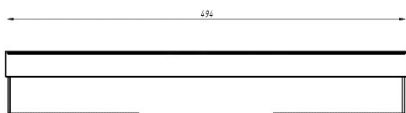
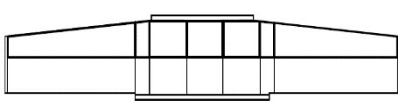
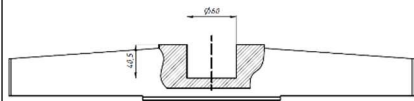
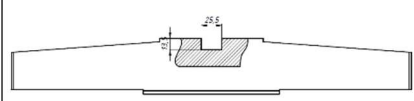
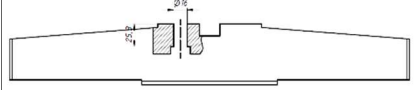
На базі базового технологічного маршруту складемо технологічний процес виготовлення інструменту – корпусу розточної головки.

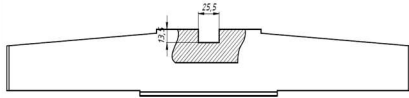
Таблиця 3.1 Технологічний процес

Номер операції	Найменування і зміст операції	Ескіз	Найменування устаткування інструмента	Пристрої
005	Заготовча. Відрізати заготовку 500x130x70			
010	Фрезерна ЧПУ. Фрезерування торця.		Верстат: HAAS VF-2. Торцева фреза ГОСТ 2214-0415.	
015	Фрезерна ЧПУ. Профілювання.		Верстат: HAAS VF-2. Торцева фреза ГОСТ 2214-0359.	
020	Фрезерна ЧПУ. Фрезерування контуру.		Верстат: HAAS VF-2. Контурна фреза ГОСТ 2220-0021.	
025	Фрезерна ЧПУ. Фрезерування пазів.		Верстат: HAAS VF-2. ГОСТ 2220-0011.	



030	Фрезерна ЧПУ. Фрезерування Т- подібних пазів.		Верстат: HAAS VF-2. ГОСТ 2252-0302.	
035	Свердлильна. Свердління отворів 20 шт. Ø8 мм. на глибину 30 мм.		Верстат: HAAS VF-2. ГОСТ 19548-88.	
040	Фрезерна ЧПУ. Розфрезерування отворів 20 шт. Ø13,5 мм на глибину 8 мм		Верстат: HAAS VF-2. Фреза ГОСТ 2220-0017.	
045	Фрезерна ЧПУ. Розфрезерувати Ø11 мм.		Верстат: HAAS VF-2. Фреза ГОСТ 2220-0011.	
050	Фрезерна ЧПУ. Розфрезерувати 4 отв. Ø25 мм на глибину 42 мм.		Верстат: HAAS VF-2. Фреза ГОСТ 2223-0003.	
055	Фрезерна ЧПУ. Фрезерування фаски.		Верстат: HAAS VF-2. Фреза під 45° ГОСТ 2292-0001	

060	Фрезерна ЧПУ. Фрезерування торця.		Верстат: НААС VF-2. Торцева фреза ГОСТ 2214-0359	
065	Фрезерна ЧПУ. Фрезерування контуру.		Верстат: НААС VF-2. Контурна фреза ГОСТ 2220-0021.	
070	Фрезерна ЧПУ. Обробка конічної поверхні 13,5 мм під 4°.		Верстат: НААС VF-2. Фреза ГОСТ 2220-0011.	
075	Фрезерна ЧПУ. Чистова обробка		Верстат: НААС VF-2. Фреза ГОСТ 2220-0011.	
080	Фрезерна ЧПУ. Розфрезерування я отвору Ø60		Верстат: НААС VF-2. Фреза ГОСТ 2223-0003.	
085	Фрезерна ЧПУ. Фрезерування паза		Верстат: НААС VF-2. Фреза торцева ГОСТ 17025- 71	
090	Свердлильна. Свердління 4 отв. Ø16 на глибину 25,3 мм		Верстат: НААС VF-2. Сверло ГОСТ 2301-3607	
095	Свердлильна. Зенкерування 4 отв.		Верстат: НААС VF- 2.Зенкер ГОСТ 2320- 2571	
100	Свердлильна. Свердління каналів для ЗОР.		Верстат: НААС VF-2.	
105	Термічна. Загартування.		Закалювання $t=850^{\circ}-870^{\circ}$ (у шахтовій печі).2- кратний	

			відпуск $t=170^{\circ}-200^{\circ}$	
110	Шліфувальна. Шліфування пазів.		Шліфувальни й верстат: SK 204.ГОСТ 2424-83.	
115	Контрольна			
120	Маркування			

## Інструмент

### Операція 010 Фрезерна ЧПУ. Фрезерування торця.

Для цієї операції використаємо торцеву фрезу (рис.3.2), згідно з ГОСТ 2214-0359.

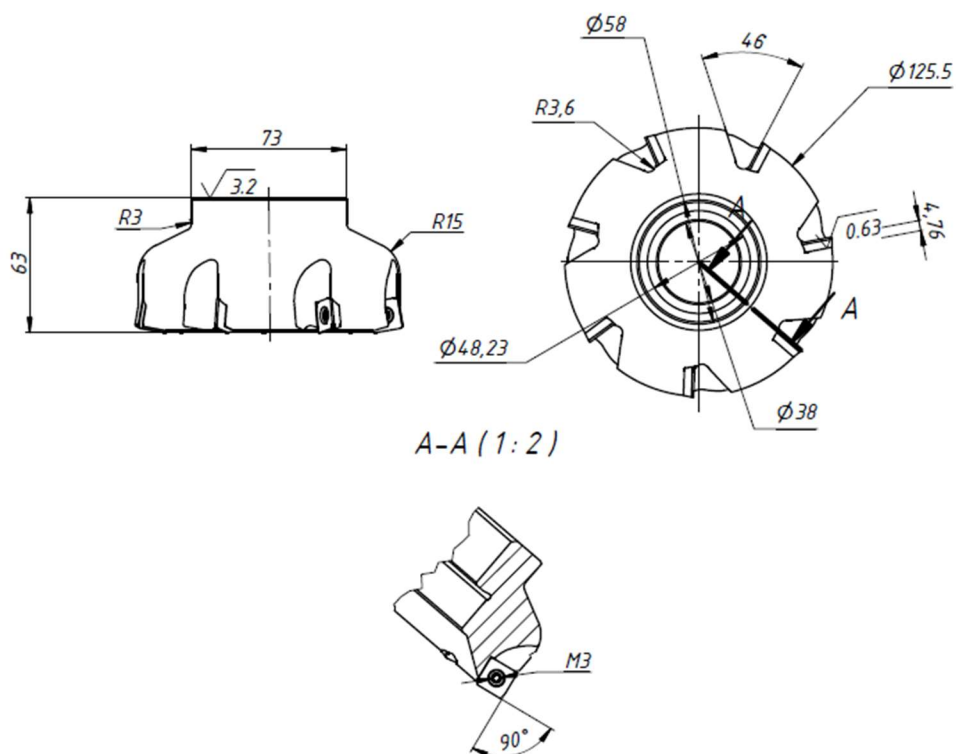


Рисунок 3.1 – Торцева фреза

Діаметр інструменту –  $\varnothing 125$  мм. Кількість змінних пластинок – 7.  
Матеріал ріжучої частини – нелегована сталь.

#### Операція 055 Фрезерна ЧПУ. Фрезерування фаски.

Для цієї операції використовуємо фрезу для обробки фасок (рис.3.3), згідно з ГОСТ 2292-0001.

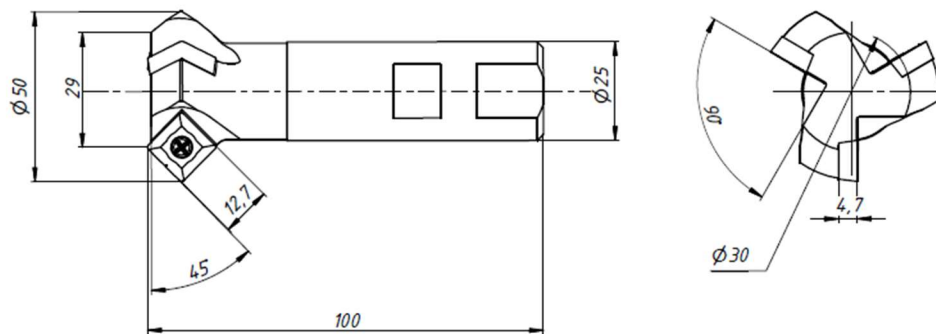


Рисунок 3.2 – Фреза для обробки фасок

Діаметр інструменту -  $\varnothing 50$  мм. Кількість змінних пластинок – 3.  
Матеріал ріжучої частини – сплав нітрид титану.

### **3.4 Розрахунок припусків на механічну обробку**

Виконаємо розрахунок припусків на механічну обробку поверхні корпусу 494x128x67.

Заготовку для корпусу отримуємо литтям з матеріалу – Сталь 45 ГОСТ 1050-88. Поверхня піддається наступній операції : чорновому фрезеруванню. Установка і базування заготовки відбувається в тисках.

#### Розрахунок припусків.

Припуск на чорнове фрезерування однієї площини (табл.1[8]):



Виливка	1 5 0	1 5 0		7 4 1	-	68,441	740	69, 18	68, 44	-	-
Фрезеру вання чорнове	5 0	5 0	0	0	1041	67,4	300	67, 7	67, 4	14 80	10 40
Фрезеру вання чистове	2 5	2 5	0	0	100	67,3	100	67, 4	67, 3	30 0	10 0
Загальн ий припуск										17 80	11 40

Перевірка

$$T_{dз} - T_{dд} = Z_{max} - Z_{min} \quad (3.2)$$

$$740-100=1780-1140$$

$$640=640$$

Розрахунок припусків виконано вірно.

### 3.5 Розрахунок режимів різання

090 Свердління 4 отв Ø16 на глибину 25,3

Верстат: HAAS UF-2

Кут при вершині: 118°

Глибина різання при свердлінні дорівнює половині діаметра:

$$t=0.5 \times D \quad (3.3)$$

$$t=0.5 \times 16=8 \text{ мм}$$

Подачу визначаємо по табл.11, стор.268 [2]

$S=0,34$  мм/об

Швидкість різання при свердлінні визначається за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^{m_{sy}}} K_v; \quad (3.4)$$

де  $C_v$  – коефіцієнт, що враховує умови різання [2];

$T$  – період стійкості інструмента, хв;

$S$  - подача, мм/об;

$K_v$  – коригувальний коефіцієнт [2];

$m, x, y$  – показники ступеня.

$C_v = 9.8, m=0.2, y = 0.5$  [2].

Середнє значення періоду стійкості дозволено приймати в межах 90-120 хв, приймаємо  $T=120$  хв.

Коригувальний коефіцієнт визначається за формулою:

$$K_v = K_{mv} K_{Nv} K_{lv}; \quad (3.5)$$

де  $K_{mv}$  – коригувальний коефіцієнт, який враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання [2];

$K_{Nv}$  – коригувальний коефіцієнт, який враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання [2];

$K_{lv}$  – коригувальний коефіцієнт, який враховує глибину оброблюваного отвору [2].

$$K_{mv} = K_\Gamma \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_\sigma}; \quad (3.6)$$

де  $K_\Gamma$  – коефіцієнт, який характеризує групу сталі по оброблюваності,

$$K_{\Gamma} = 1; n_v = 1 [2];$$

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{700}\right)^1 = 1,07;$$

$$\text{Тоді } K_v = 1,07 \cdot 1 \cdot 1,7 = 1,819$$

$$V = \frac{9,8 \cdot 16^{0,4}}{120^{0,2} \cdot 0,34^{0,5}} 1,819 = 35,82 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

Також визначаємо крутний момент  $M_{\text{кр}}$  і осьову силу  $P_0$ .

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_m \cdot D^{qm} \cdot S^{ym} \cdot k_p; \quad (3.7)$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^{qp} \cdot S^{yp} \cdot k_p; \quad (3.8)$$

Значення  $C_p$  і  $C_m$ , а також показники степені приведені в таблиці 21[2]

Коефіцієнт  $k_p$  залежить тільки від матеріалу оброблюваної заготовки і визначається виразом

$$k_p = K_{\text{Мр}}$$

Значення коефіцієнту  $K_{\text{Мр}}$  наведені в табл.13[2]

$$K_{\text{Мр}} = 1$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0.034 \cdot 16^2 \cdot 0.34^{0.8} \cdot 1 = 36.71 \text{ Нм};$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 16^1 \cdot 0.34^{0.7} \cdot 1 = 512,86 \text{ Н};$$

Потужність різання, кВт, визначають за формулою

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750}; \quad (3.9)$$

де  $n$  – частота обертання осьового інструменту,  $\text{хв}^{-1}$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; \quad (3.10)$$



$$n = \frac{1000 \cdot 35.82}{3,14 \cdot 16} = 712 \frac{\text{об}}{\text{XB}}; \quad (3.11)$$

$$N_e = \frac{36,71 \cdot 712}{9750} = 2,68 \text{ KBT}; \quad (3.12)$$

## 4 СВЕРДЛИЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ

В якості пристосування було обрано пристрій для фіксування заготовки, для виконання операції свердління – лещата.

Лещата – це спеціальні пристрої, які використовуються для ручного або механізованого кріплення і фіксації оброблюваної деталі в ході технологічної операції.

Для виготовлення кріпильних пристроїв використовується чавун або високоякісна легована сталь, яка піддається наступному загартовуванню, шліфуванню деяких компонентів для надання міцності. Весь асортимент верстатних кріпильних пристроїв, повинен відповідати нормативам стандарту ГОСТ 16518-96 і використовуватись на верстатах, які відповідають стандарту ГОСТ 8-82. Виробничі різновиди лещат повинні відповідати певному класу точності: високому, підвищеному, нормальному, оснащуватись ручним або механізованим приводом і відповідати нормам безпеки згідно з ГОСТ 12.2.029. Підприємства верстатобудівної промисловості виробляють широкий асортимент продукції: лещата верстатні чавунні, лещата верстатні сталінні, лещата сталінні неповоротні, лещата для свердлильного верстату, лещата верстатні трьохосеві і інші види спеціального обладнання.

Промисловими підприємствами виготовляються різні види пристроїв, оснащених приводом, які можна розбити на категорії:

- ручні;
- слюсарні;
- станочні (свердлильні, фрезерні, токарні);
- використовуючі спеціальний механізм фіксації заготовки (пневматичні).

Кріпильні пристрої використовуються спільно із верстатним обладнанням для ведення різних видів робіт і конструктивно, складаються із наступних деталей:

- Корпус із чавуна або сталі (за ГОСТ 1412);

- Рухомої губки зі сталі (за ГОСТ 4543);
- Губки із жорсткою фіксацією;
- Сталевої рукоятки;
- Накладок на губки із сталей ( за ГОСТ 4543 з параметрами насічки за ГОСТ 2789);
- Гвинта притискного із сталі 45 (за ГОСТ 1050);

Для фіксації різних заготовок також застосовуються комплекти змінних губок, котрі мають різну твердість і насічки.

Стальні лещата можуть комплектуватися додатковими пристроями і оснащуються приводом:

- Пружинами;
- Пневматичним гідропідсилювачем;
- Важелями;
- Гвинтовими затисками;
- Гідравлічними циліндрами;
- Ексцентриковими затисками.

При проведенні технологічних операцій використовуються різні види верстатних лещат :

- 1) Універсальні;
- 2) Модульні (поворотні, неповоротні, високоточні);
- 3) Поворотні;
- 4) Прецизійні;
- 5) Неповоротні.

В залежності від виконуваних робіт використовується певний тип фіксуючих пристроїв (приводів). При закріпленні заготовки під необхідним застосовуються верстатні спеціальні пристрої, які встановлюються на поворотній платформі, що дозволяє вибирати необхідний кут обробки, який регулюється з допомогою шкали, а потім на кінцевій стадії фіксується з

допомогою болтів. Змінення розташування деталі можна виконувати з допомогою кріпильних пристроїв оснащених приводом регулюючим становище корпусу, але даний спосіб має свої недоліки – зниження жорсткості фіксації закріплення заготовки. Конструктивно корпуси пристроїв випускаються 2-х і 3-х поворотні і застосовуються в загалом, коли виконуються важкі оброблювані операції.

Пневматичні верстатні лещата створюють зусилля для фіксації заготовки за допомогою тиску повітря, що нагнітається пневматичним гідропідсилювачем і тарілчастих пружин. Використовувані пневматичні пристрої повинні створювати тиск до 30 кН, що дозволяє надійно фіксувати заготовку для обробки.

Прецизійні верстатні спеціальні пристрої, які дозволяють виконувати кріплення заготовки з великою точністю з допомогою приводу, виконуються різних типів:

- 1) Поворотні;
- 2) Двовісні;
- 3) Синусні прецизійні.

Прецизійні тиски оснащуються надміцними загартованими губками і ретельно відшліфованими. Рух зміщення губки має різну конструкцію приводу в залежності від типу тисків. Прецизійні пристрої найбільш часто використовуються при виконанні фрезерних, свердлильних і шліфувальних робіт. Прецизійні тиски верстатні неповоротні є обов'язковим додатком для операцій, виконуваних на верстатах з ЧПУ и оброблюваних центрах.

Координатні або хрестовинні тиски мають масивну конструкцію. Для зміщення корпусу і кріплення заготовки використовуються два супорта, які дозволяють зміщуватись в поперечному и повздовжньому напрямку з допомогою встановлених гвинтів. Координатні пристрої забезпечують обробку заготовки без додаткового переналаштування.

Тиски лекальні, прецизійні і синусні в основному використовуються, коли здійснюється фрезерні і шліфувальні операції при проведенні обробки заготовки. При чому прецизійні пристрої для фіксації застосовуються при найбільш точній обробці деталей.

#### 4.1 Аналіз об'єкту проектування

На рис.4.1 зображена деталь, на базі якої буде виконано дану роботу. Задачею для виконання є свердління 4 отворів в корпусі для фіксування на оправці. Операція буде відбуватись на верстаті ЧПК.

Головним завданням буде створення пристосування, яке виконуватиме роль фіксації (закріплення) деталі, в нашому випадку корпусу, для обробки. Для підвищення точності виконання отворів створити кондукторну плиту, із змінними втулками.

#### 4.2 Конструкція та принцип роботи пристосування

На рисунках 4.2-4.4 представлений пристрій для закріплення заготовки (УСП), в даному випадку корпуса розточної головки.

Досліджуваний елемент 1, у нашому випадку корпус закріплюється у тисках 2, які встановлюються на плиту 3.

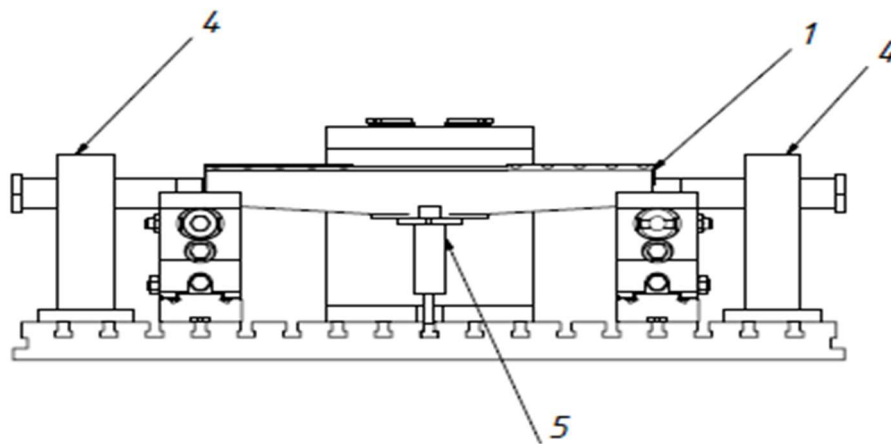


Рисунок 4.2 – Свердлильний пристрій (Вид 1)

Для уникнення руху в тисках, використовується регульований упор 4. А для додаткової фіксації використовується ще один тип регульованої опори 5.

Для підвищення точності розміщення отворів, а саме для їх свердління використовуємо кондукторну плиту 6 із змінними втулками 7.

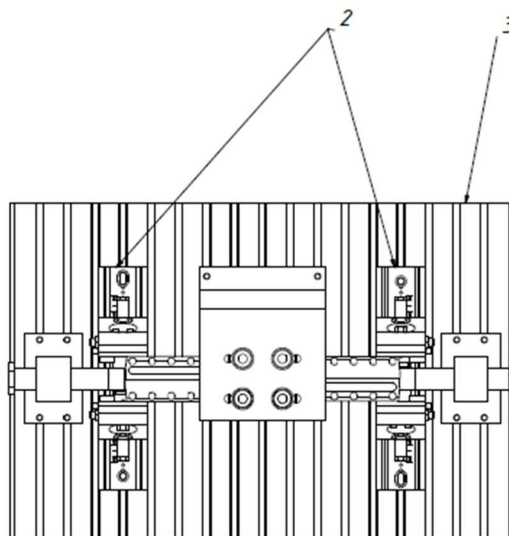


Рисунок 4.2 – Свердильний пристрій (Вид 2)

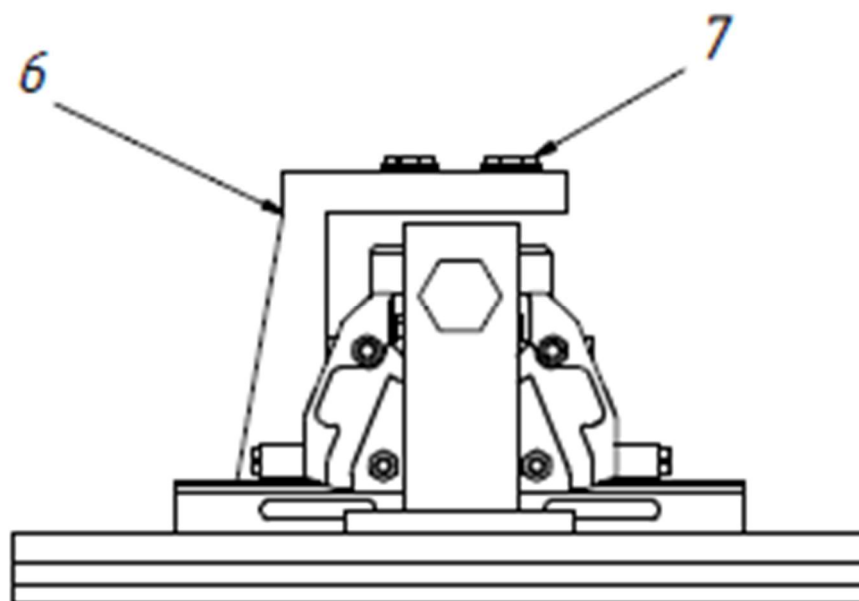


Рисунок 4.4 – Свердильний пристрій (Вид 3)

### 4.3 Сили затиску при обробленні

В процесі обробки на заготовку із сторони ріжучого інструменту діють сили різання, які прагнуть зрушити її з наставних елементів. Для того, щоб цього не вийшло заготовку потрібно закріпити.

Тоді сили затиску (рис.4.5) при обробленні:

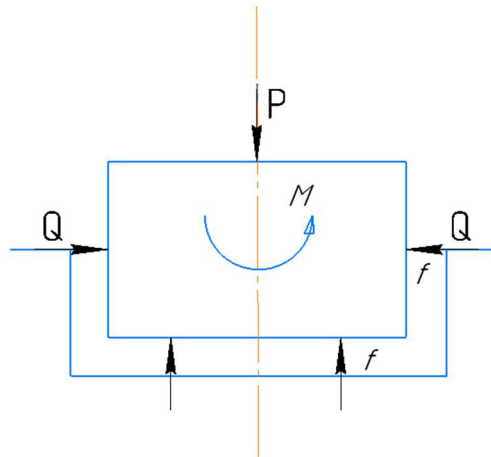


Рисунок 4.5 – Сили затиску

Відповідно до рис.4.5 знаємо  $M_{кр}$  та  $P_0$  (пункт 3.5):

$$M_{кр} = 36,71 \text{ Нм};$$

$$P_0 = 512,6 \text{ Н}$$

Формула сили затиску буде мати наступний вигляд:

$$Q = \frac{k \times P_0}{f + f}; \quad (4.1)$$

де  $k$ - коефіцієнт запасу, визначаємо згідно з [5]

$f$  – коефіцієнт тертя між поверхнями, що труться.

$f = 0,50$  при умові тертя між сталлю та сталлю [5]

Коефіцієнт запасу розраховуємо згідно [5]

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5; \quad (4.2)$$

$$K = 1.2 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1 = 1.2$$

$$Q = \frac{1.2 \times 512.6}{0.50 + 0.50} = 0.61 \text{ кН}$$

#### 4.4 Розрахунок кондуктора на точність

Для підвищення точності операції Свердління, а саме розмістити свердло під правильним кутом до полотна оброблення використовують кондуктор для свердління (рис.4.6)

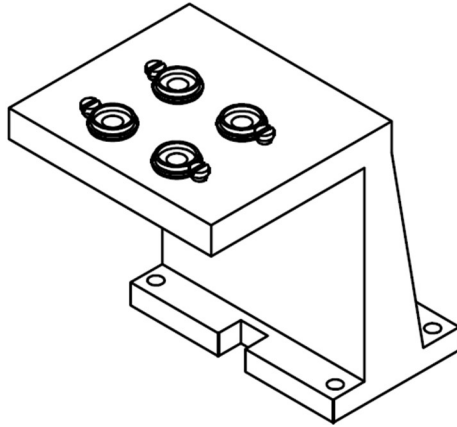


Рисунок 4.6 – Кондуктор для свердління

Для обробки отворів  $\varnothing 16H8$  було спроектовано кондуктор зі змінними втулками (рис.4.7-4.9)

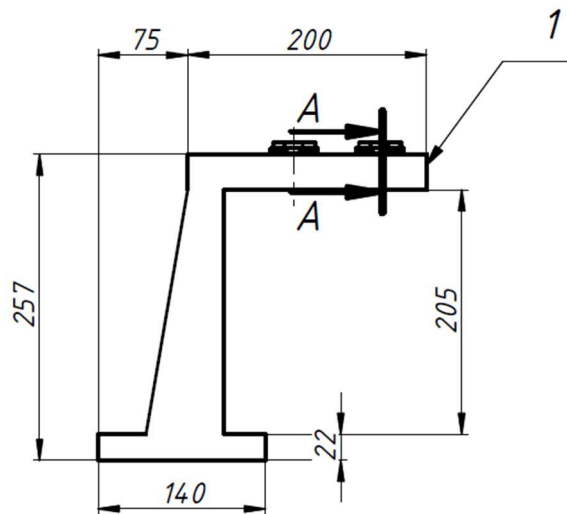


Рисунок 4.7 – Кондуктор зі змінними втулками (Вид 1)



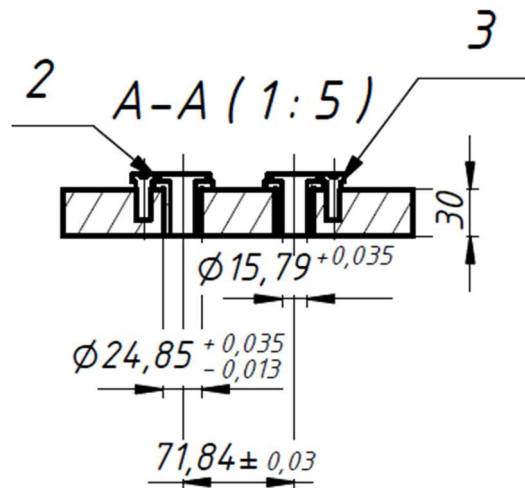


Рисунок 4.8 – Кондуктор зі змінними втулками (Вид 2)

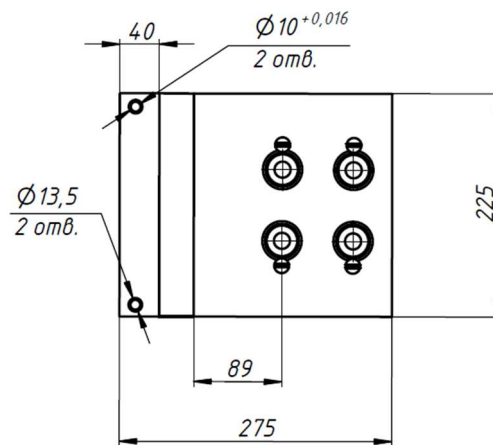


Рисунок 4.9 – Кондуктор зі змінними втулками (Вид 3)

Визначаємо допустиму похибку установки:

$$E_{\text{доп}} = \sqrt{(\delta_T - \sum \Delta\Phi)^2 - \Delta y^2 - \Delta H^2 - 3\Delta I^2 - 3\Delta T^2}; \quad (4.3)$$

де  $\delta_T = 0,2$  – допуск очікуемого розміру

$\sum \Delta\Phi$  –сумарна похибка форми оброблюваної поверхні, яка залежить від геометричних похибок верстату [7];

Приймаємо  $\sum \Delta\Phi = 0$  для обробки в кондукторі.

$\Delta y$  – похибка виконуваного елемента, викликана пружними віджимками елементів технологічної системи під впливом нестабільних сил різання

$$\Delta y = k_v \cdot p_z; \quad (4.4)$$

де  $k_v$  – коефіцієнт уточнення [7];

$p_z$  – очікуема похибка припуску;

Приймаємо  $\Delta y = 0$ , так як пружні обтискання проходять вздовж осі сверла і не впливають на отриманий розмір.

$\Delta H$  – похибка налаштування верстату і інструменту [7];

Приймаємо  $\Delta H = 0$  для зміни кондукторної втулки.

$\Delta I$  – похибка, викликана розмірним зношуванням ріжучого інструменту [7];

Приймаємо  $\Delta I = 0$  по причині легкості зміни інструменту.

$\Delta T$  – похибка викликана типовими деформаціями технологічної системи.

Приймаємо  $\Delta T = 0$ , так як вимоги до точності не високі.

$$E_{\text{доп}} = \sqrt{0,2^2} = 0,2 \text{ мм.}$$

Визначення похибки базування  $E_{\delta}$

Приймаємо  $E_{\delta} = 0$ , так як збігається установча та вимірювальна база. В даному випадку не врахований зазор між отворами заготовки і пальцем, він буде врахований у похибці пристосування.

Визначення похибки закріплення  $E_z$

Приймаємо  $E_z = 0$ , так як напрямок сили затиску  $Q$  перпендикулярно до розраховуваного розміру.

Визначаємо допустиму величину похибки положення  $E_{\text{пдоп}}$

$$E_{\text{пдоп}} = \sqrt{E_{\text{доп}}^2 - E_{\delta}^2 - E_z^2}; \quad (4.5)$$

$$E_{\text{пдоп}} = \sqrt{0,2^2 - 0^2 - 0^2} = 0,2 \text{ мм}$$

Визначення похибки нахилу  $E_{\text{пер}}$  через зміщення інструменту, яка виникає через неточності виготовлення направляючих елементів пристосування

$$E_{\text{пер}} = \frac{S_{\text{max}} * e}{l}; \quad (4.6)$$

$$O_{\text{ТВ}}^{\text{max}}=0,035, \text{ вал}^{\text{min}}=-0.036$$

$$S_{\text{max}}=0.035-(-0.036)=0.071 \text{ мм}$$

$$l=20 \text{ мм,}$$

$$e=2 \text{ мм;}$$

$$E_{\text{пер}} = \frac{0,071 * 2}{20} = 0,007 \text{ мм.}$$

Визначаємо допуску величину виготовлення і сборки пристосування  $E_{\text{НПдоп}}$ .

$$E_{\text{НПдоп}} = \sqrt{0,199^2 - 0,061^2 - 0,022^2 - 0^2 - 0,007^2} = 0,189 \text{ мм.}$$

## 5 ВИСНОВОК

У ході дослідження данної дипломної роботи, у першому розділі я проаналізував конструкції головок розточних для великих діаметрів. В результаті аналізу було обрано головку розточну з змінним ріжучим елементом у вигляді пластинки, та її механічне кріплення за допомогою гвинта у формі ромба, така форма найкраще підходить для обробки чавуну. Також було обрано внутрішню подачу ЗОР, такий спосіб забезпечує кращу роботу інструменту та оброблюваність матеріалу. З головних особливостей було встановлено наявність мікрометричного регулювання, що дозволяє виконувати надточні чистові операції.

В другому розділі, виходячи з аналізу конструкцій головок розточних я розробив конструкцію свого інструменту, детально описав конструкцію. Також розрахував режими різання, з яким працює інструмент.

В третьому розділі на основі літератури був розроблений базовий технологічний процес. На основі якого, за допомогою конструктивних міркувань створив технологічний процес виготовлення корпусу головки розточної. Також у даному розділі обраховав припуски та режими різання для однієї із операцій технологічного процесу.

В четвертому розділі мною було розроблене пристосування – свердлильний пристрій. Я обрав затискний пристрій з кондуктором для свердління із змінними втулками для свердління 4 отворів в корпусі. Також розрахував сили затиску та провів розрахунок кондуктора на точність.

## 6 ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

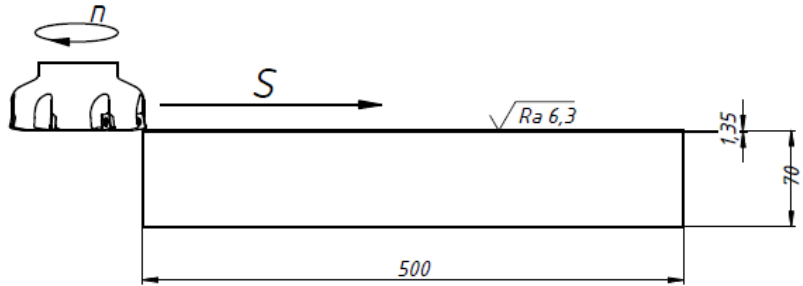
1. Технология машиностроения: В 2.кн.Кн.2.производство ТЗ8 деталей машин:учеб.пособ.для вузов/Э.Л.Жуков,И.И.Козарь,С.Л.Мурашкин и др; Под ред.С.Л.Мурашкина.-М.:Высш.шк.,2003.-295 с.
2. Справочник технолога:Том 2:Под ред. Косилова А.Г.Издательство «Машиностроения», 1973
3. Технология изготовления деталей и сборки металлообрабатывающих станков и автоматических линий/Л.Т.Боярский,Н.П.Коршиков, Изд:Машиностроения
4. Справочник технолога:Том 1:Под ред. Косилова А.Г.Издательство «Машиностроения», 1973
5. Котельников В. К., Христофоров Д. Г. "Пристосування для різальних інструментів". Москва, 1963, - 190 с.
6. Краткий справочник металлиста: Под ред.А.Н.Малова:Изд: «Машиностроения»
7. Технология машиностроения/А.П.Тихонов,М.А.Заславский, Изд:МАШГИЗ,1962
8. [https://www.intervesp-stanki.ru/files/file/katalog\\_instrument/splavi.pdf](https://www.intervesp-stanki.ru/files/file/katalog_instrument/splavi.pdf)
9. <http://www.informdom.com/metallООbrabotka/2009/2/obrabatyvaete-chugun-ispolzuite-instrument-taegutec.html>
- 10.Справочник конструктора-машиностроителя:Том 1:Под ред.Анурьев.В.И.:Издательство «Машиностроения», 2001
- 11.Справочник конструктора-машиностроителя:Том 2:Под ред.Анурьев.В.И.:Издательство «Машиностроения», 2001
- 12.Справочник конструктора-машиностроителя:Том 3:Под ред.Анурьев.В.И.:Издательство «Машиностроения», 2001
- 13.[http://www.modificator.ru/terms/gray\\_iron.html](http://www.modificator.ru/terms/gray_iron.html)
- 14.Справочник инструментальщика/И.А.Ординарцев,С74 Г.В.Филипов, А.Н.Шевченко и др;Под общ.ред.И.А.Ординарцева.-Л.: Машиностроения,1987.

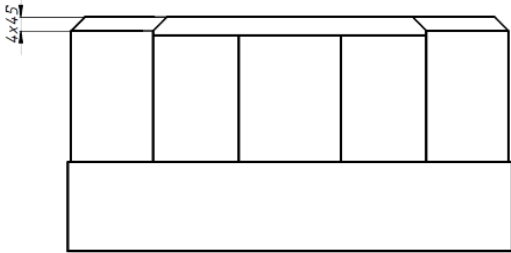
15. Технологія машинобудування: В 2 кн. Кн. 1. Основи технології машинобудування : Учеб. пособ. Для вузів/ Э. Л. Жуків, И. И. Козар, С. Л. Мурашки й ін.; Під ред. С. Л. Муашкина. - 2-і изд., доп. -М.: Высш. шк., 2005. - 278 с.

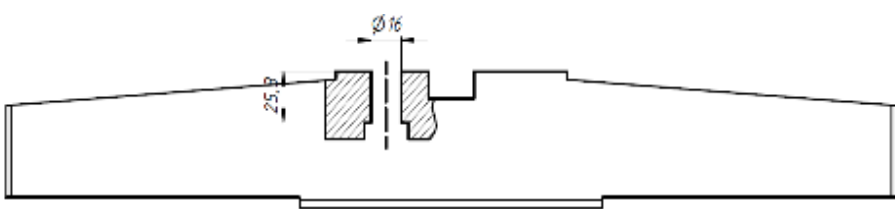
## ДОДАТКИ

Формат	Зона	Позиція	Обозначение	Наименование	Количество	Примечания
				<u>Документація</u>		
				Складальне креслення	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1		Корпус	1	
		2		Пластина корпусу	2	
		3		Змінна пластина	2	
		4		Оправка	1	
		5		Державка	2	
		6		Різцетримач	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		7		Болт М8х25 ГОСТ 7798-70	2	
		8		Болт М10х30 ГОСТ 11738	4	
		9		Болт М16х50 ГОСТ 11738	4	
		10		Болт М8х25 ГОСТ 11738	20	
		11		Гайка прямокутна DIN 562	4	
				<b>ДП.МІ51.07.05.000.СК</b>		
Изм	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата	Складальний кресленик головки розточної	
Разраб.	Кравченко					
Провер.	Солодкий					
Н.контр.						
Утв.	Солодкий				Лит Лист Листов  НТУУ «КПІ» Імені Ігоря Сікорського, ММІ	



									1	1	
Разраб.	Кравченко										
Нормир.	Солодкий										
				Корпус головки розточної							
Н. контр.				010							
					Наименование операции			Материал			
					Фрезерна			Сталь 45			
					Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
					Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы			
					Вертикально-горизонтальный верстат з ЧПК Haas VF-2						
					То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ		
P		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v		
O01	1. Встановити і закріпити деталь										
T02	Затискний пристрій – лещата ГОСТ 7200-0205										
O03	2. Фрезерування торця										
T04	Фреза торцева ГОСТ 2214-0415										
P05			1,35	500	1	1	0,8	2450	427		
T06											
O07											
T08											
P09											
OK											

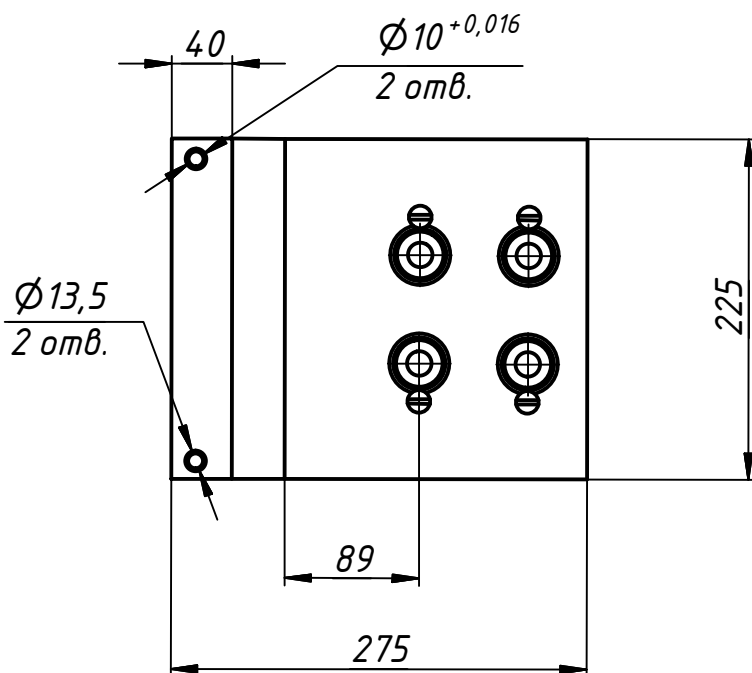
									1	1				
Разраб.	Кравченко													
Нормир.	Солодкий													
Н. контр.				Корпус головки розточної										040
					Наименование операции				Материал					
					Фрезерна				Сталь 45					
					Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД			
					Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы					
					Вертикально-горизонтальный верстат з ЧПК Haas VF-2									
					То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ					
P		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v					
O01														
T02														
O03	2. Фрезерування фаски													
T04	Фреза під 45° ГОСТ 2292-0001													
P05			4	120	1	1	0,2	1750	55					
T06														
O07														
T08														
P09														
OK														

												1	1	
Разраб.	Кравченко													
Нормир.	Солодкий													
Н. контр.						Корпус головки розточної								090
						Наименование операции				Материал				
						Свердлильна				Сталь 45				
						Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД		
						Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				
						Вертикально-горизонтальный верстат з ЧПК Haas VF-2								
						То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
P					ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v		
O01	1.Перевернути,встановити та закріпити деталь													
T02	Затискний пристрій – лежата ГОСТ 7200-0205													
O03	2. Фрезерування фаски													
T04	Сверло ГОСТ 2301-3607													
P05				16	25,3	1	1	0,34	712	35,82				
T06														
O07														
T08														
P09														
OK														





Инв. № подл.

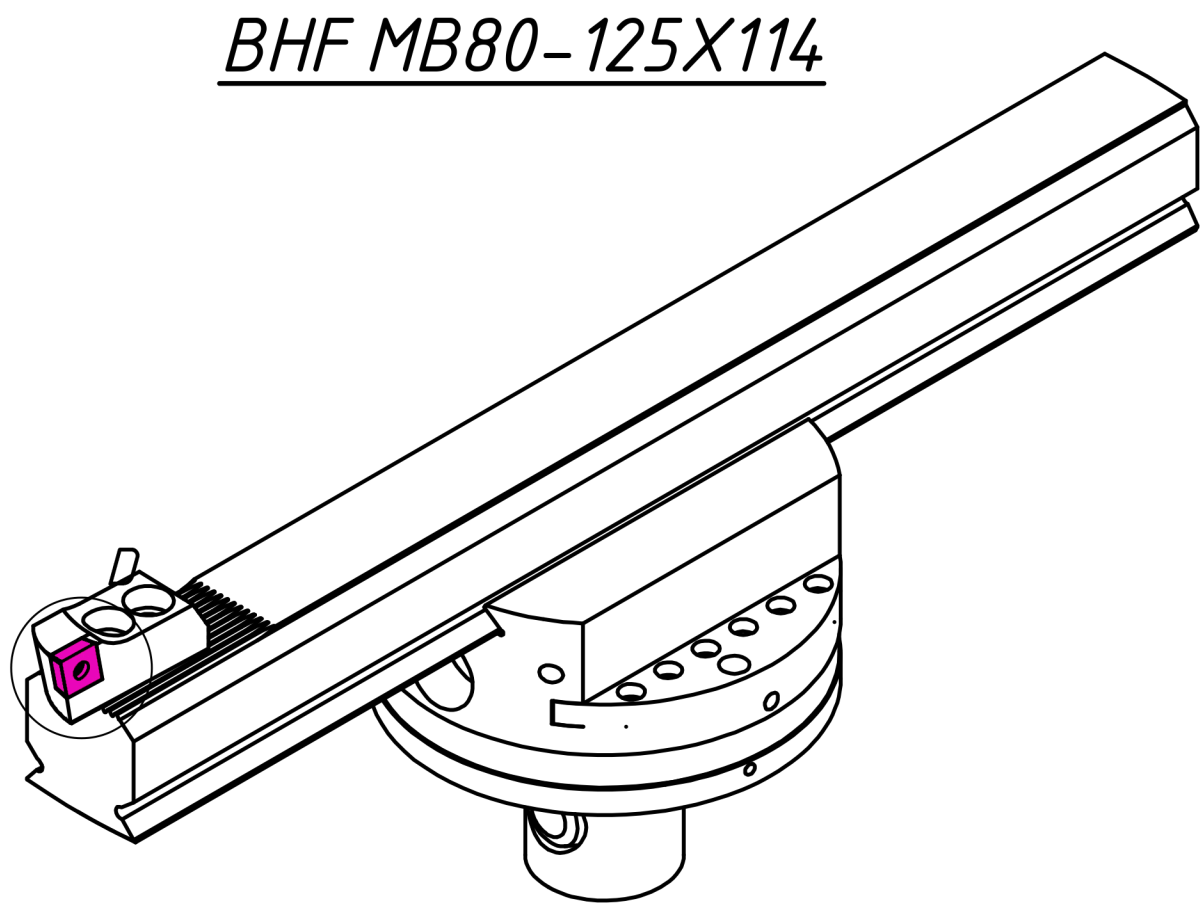


Формат А4

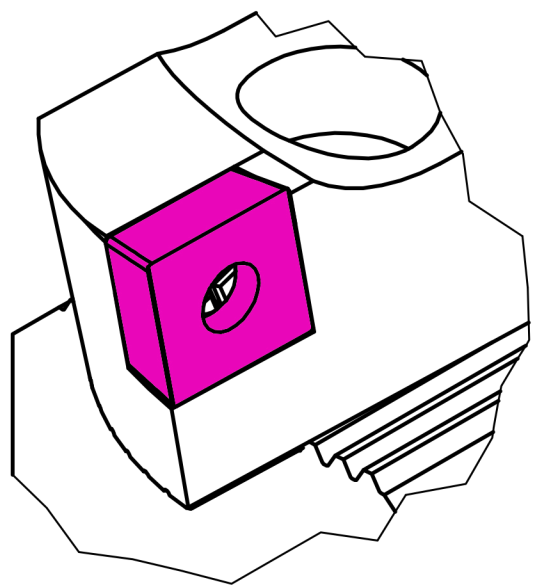


# Аналіз конструкції розточної головки

#	BHF MB80-125X114	TCH 300	MB5-MH1	257.550.00C	VK19.97.500
Змінний ріжучий елемент	+	+	+	+	+
Механічне кріплення	+	-	+	+	+
Можливість встановлення 2 ріжучих елементів	-	+	-	-	+
Внутрішня подача ЗОР	-	+	-	-	+
Мікрометричне регулювання	-	-	+	-	+
Широкий діапазон регулювання	-	-	+	-	+



BHF MB80-125X114



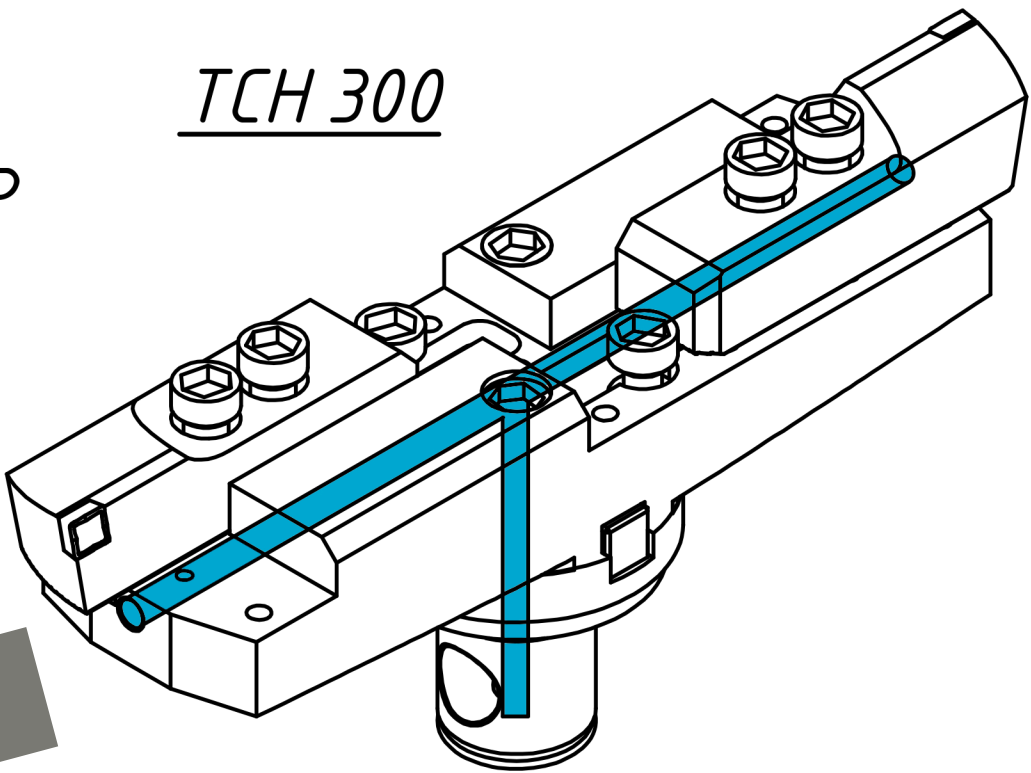
Змінний ріжучий елемент у вигляді пластинки з головним кутом у плані 90° та заднім кутом 7°

- +Змінний ріжучий елемент.
- +Просте механічне кріплення.
- +Можливість зовнішнього оброблення діаметру.

- Один ріжучий елемент.
- Малий діапазон регулювання діаметру розточування.
- Відсутня подача ЗОР.
- Можливе використання тільки для чорнкової обробки.

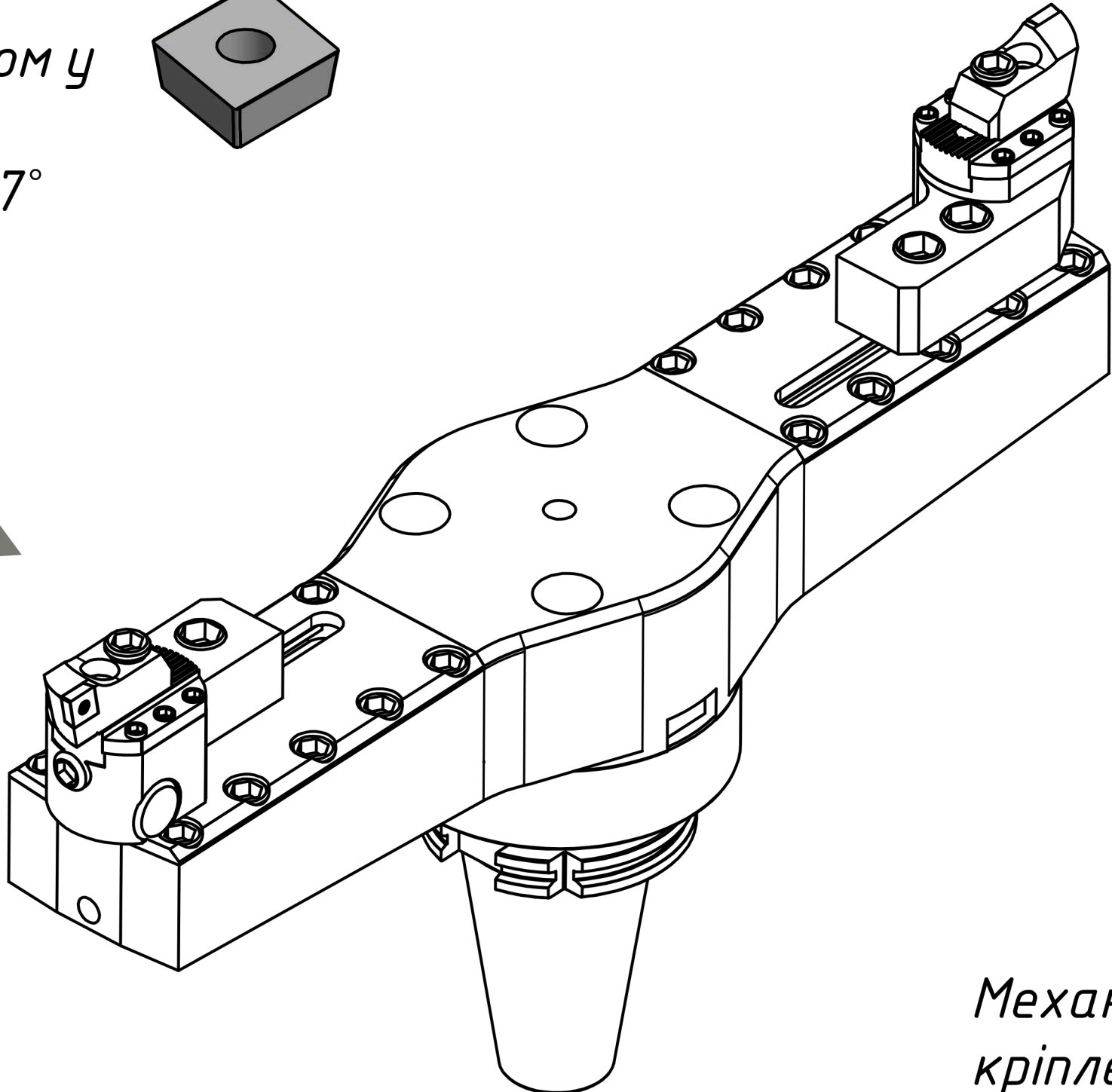
Внутрішня подача ЗОР

TCH 300



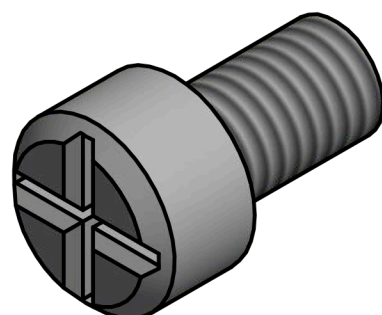
- +Два ріжучий елемента.
- +Внутрішня подача ЗОР.
- +Простота та надійність конструкції.
- +Широкий діапазон регулювання діаметру розточування.

- Відсутність механічного кріплення пластини.
- Можливе використання тільки для чорнкової обробки.



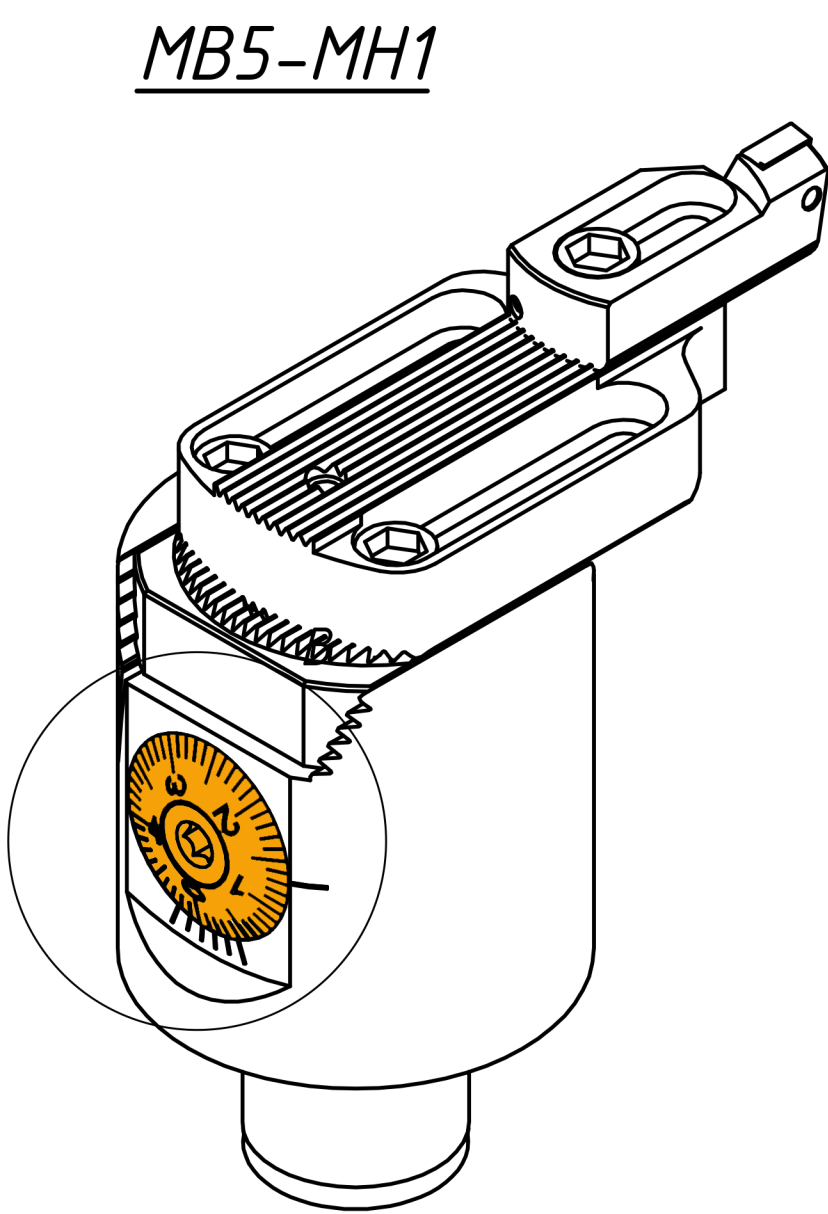
VK19.97.500

Механічне кріплення

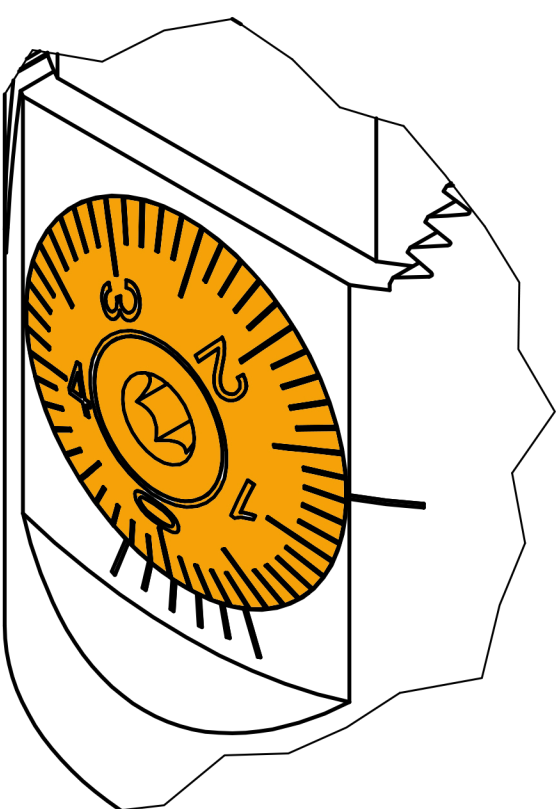


Болтове з'єднання дозволяє швидко змінювати ріжучий елемент без втрати великої кількості часу та ресурсів

Мікрометричне регулювання



MB5-MH1

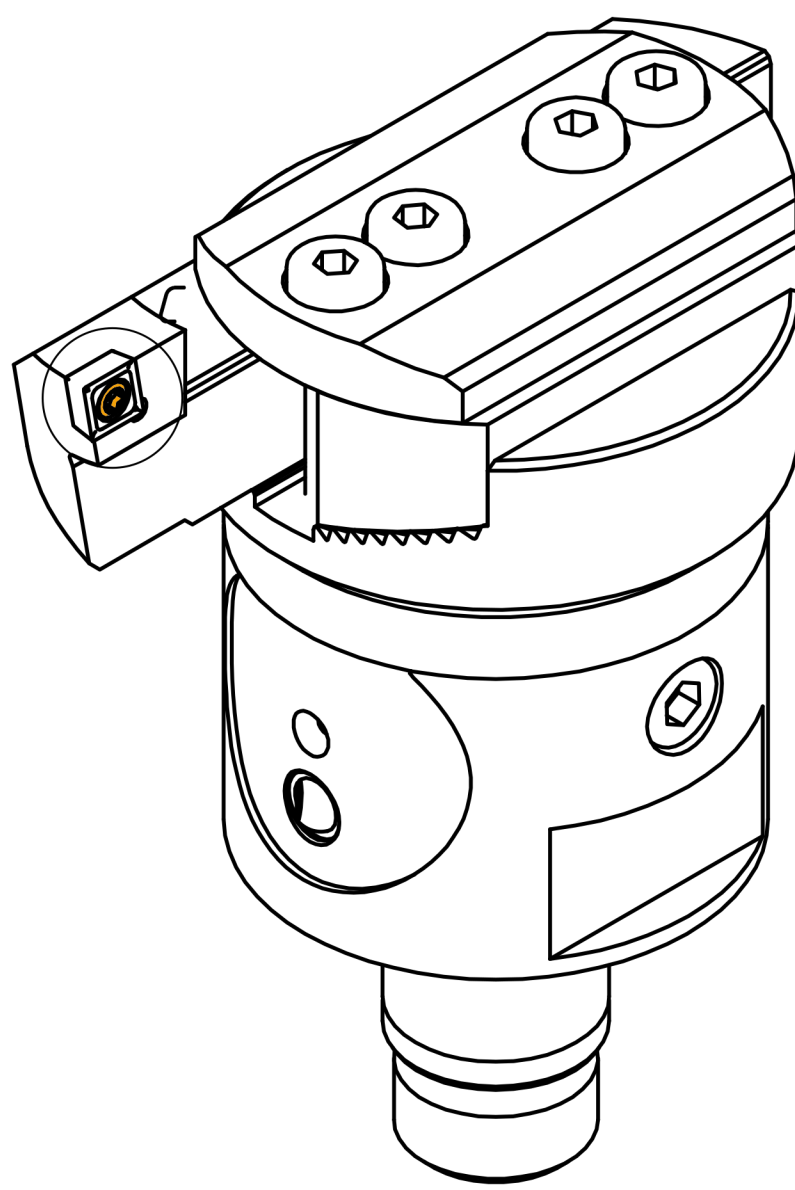
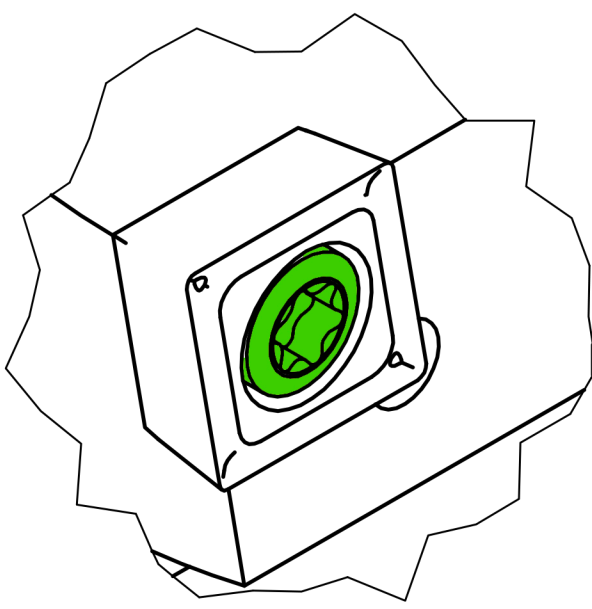


- +Змінний ріжучий елемент.
- +Просте механічне кріплення.
- +Широкий діапазон регулювання діаметру розточування.
- +Мікрометричне регулювання, що дозволяє виконувати чистову обробку.

- Наявність лише 1 різальної частини.
- Відсутня подача ЗОР.

C (4:1)

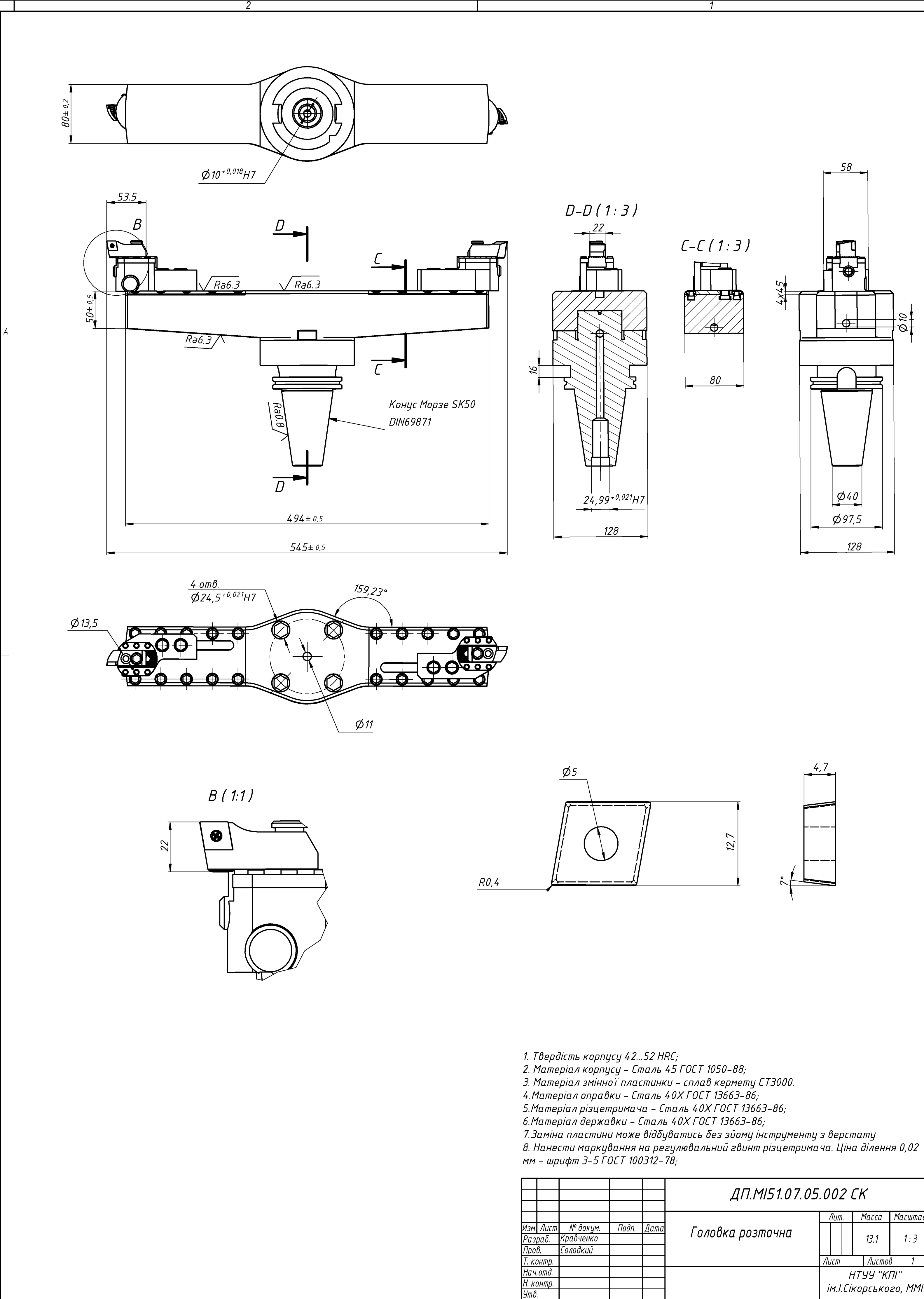
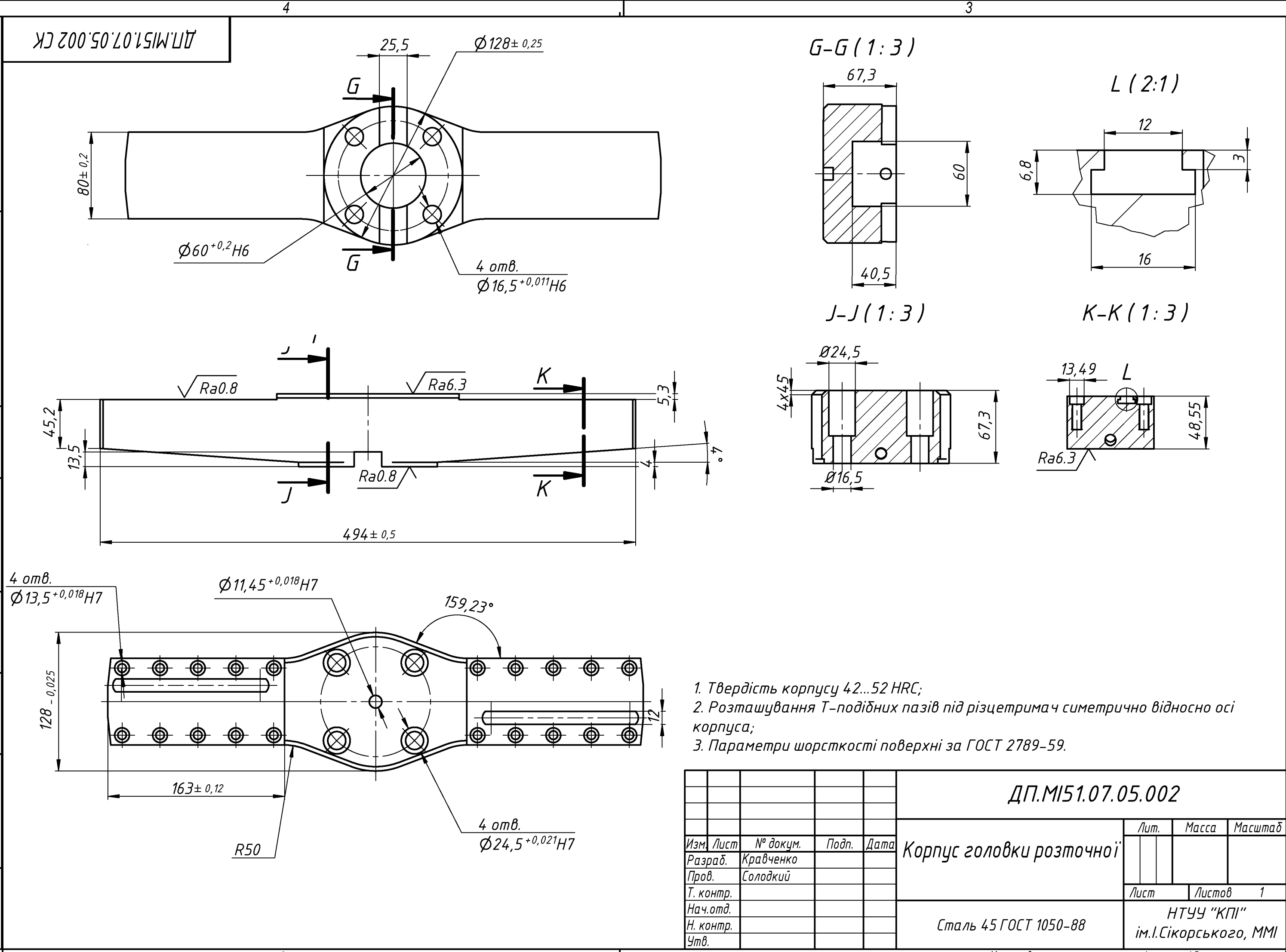
257.550.000C



- +Змінний ріжучий елемент.
- +Просте механічне кріплення.
- +Можливість встановлення другого ріжучого елемента.

- Можливе використання тільки для чорнкової обробки.
- Тільки для внутрішніх діаметрів.
- Складність та ненадійність конструкції.

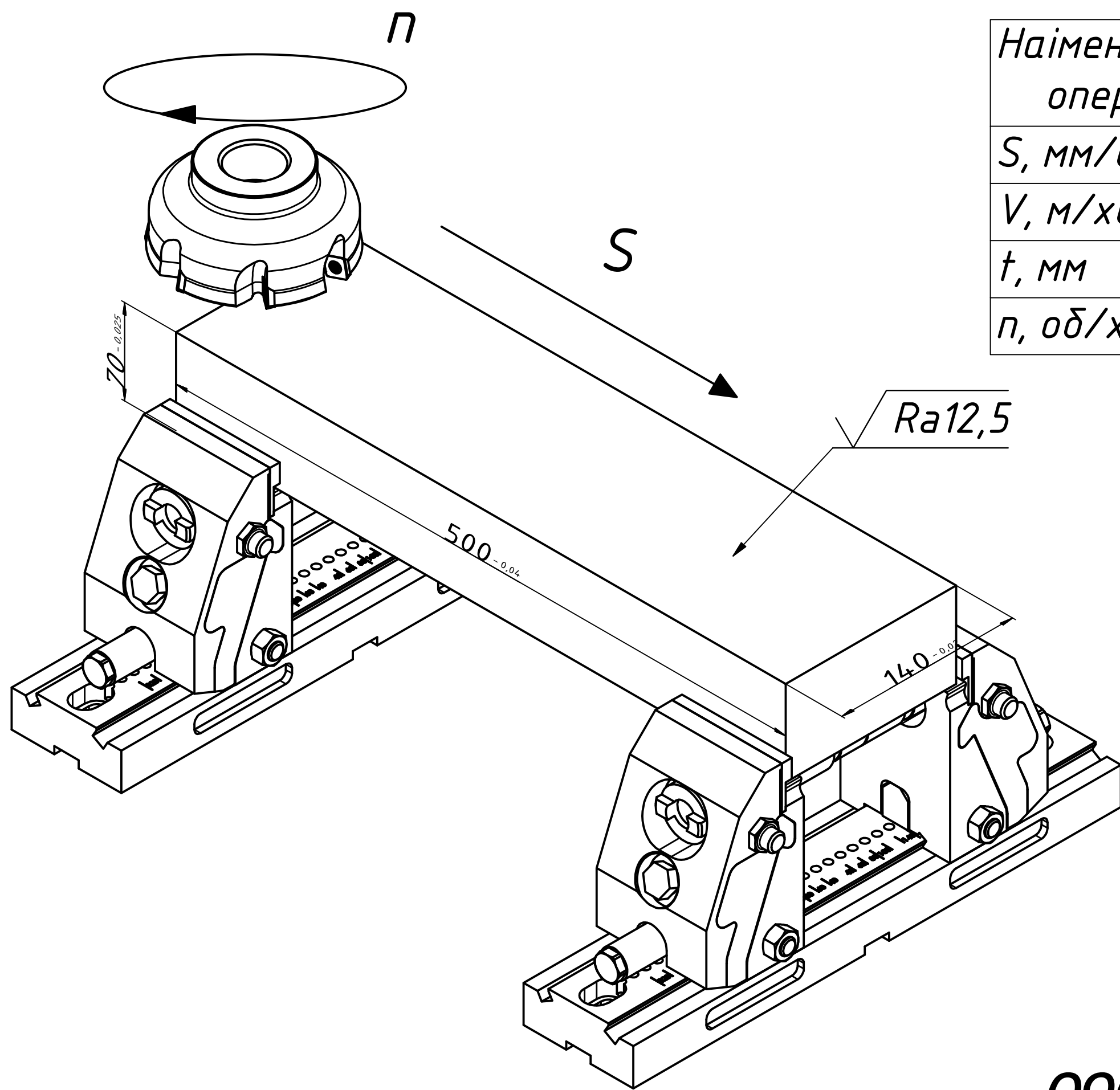






Основні операції технології виготовлення корпусу розточної головки

010. Фрезерування торця



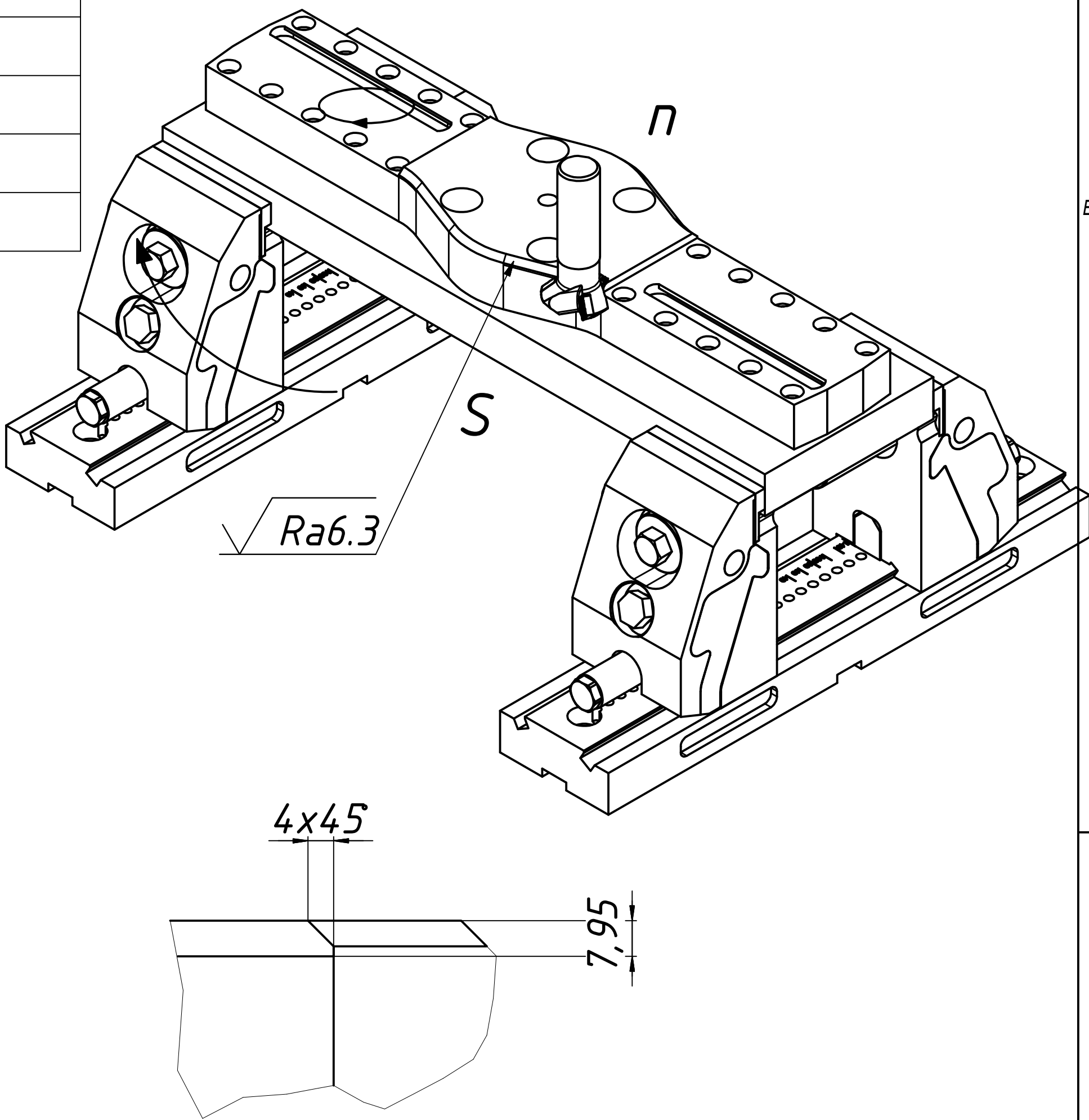
Найменування операції	Фрезерування
S, мм/об	0,8
V, м/хв	427
t, мм	1,3
n, об/хв	2450

N05 T1 M6;  
N10 G90 G54 S2450 M8;  
N25 G0 X97.02; Y-226.981;  
N30 G90 G43 Z40.; H1;  
N35 G0 Z25.  
N40 G1 Z20.08 F1651.  
N45 G18 G3 X91.94 Z15. I-5.08 K0.

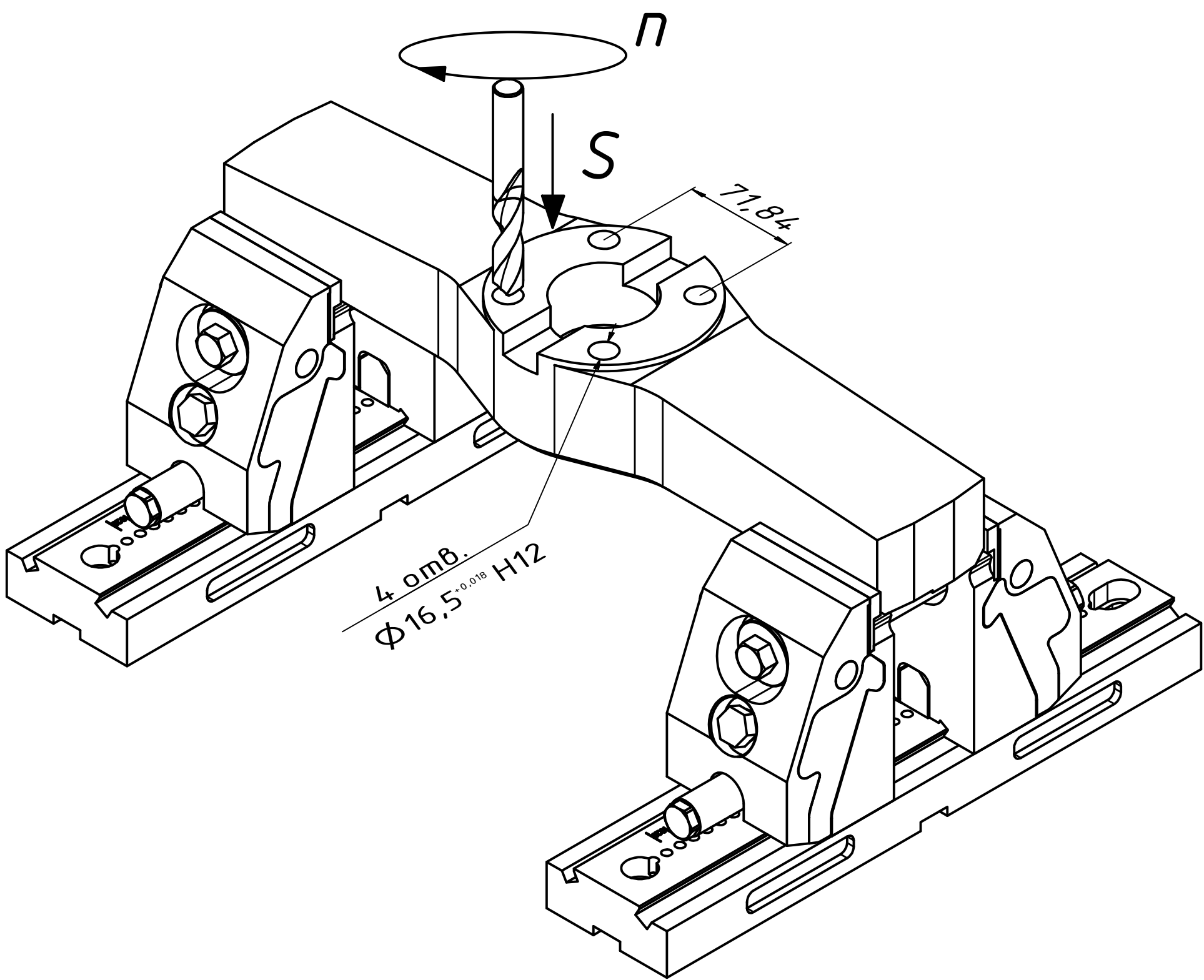
Найменування операції	Фрезерування
S, мм/об	0,2
V, м/хв	55
t, мм	5,3
n, об/хв	1750

N05 T2 M6  
N10 S1750 M3  
N15 G54  
N20 M8  
N25 G0 X-70.319 Y-0.971  
N30 G43 Z15. H2  
N35 G0 Z5.  
N40 Z3.77  
N45 G1 Z2.5 F2336.8

055. Фрезерування фаски

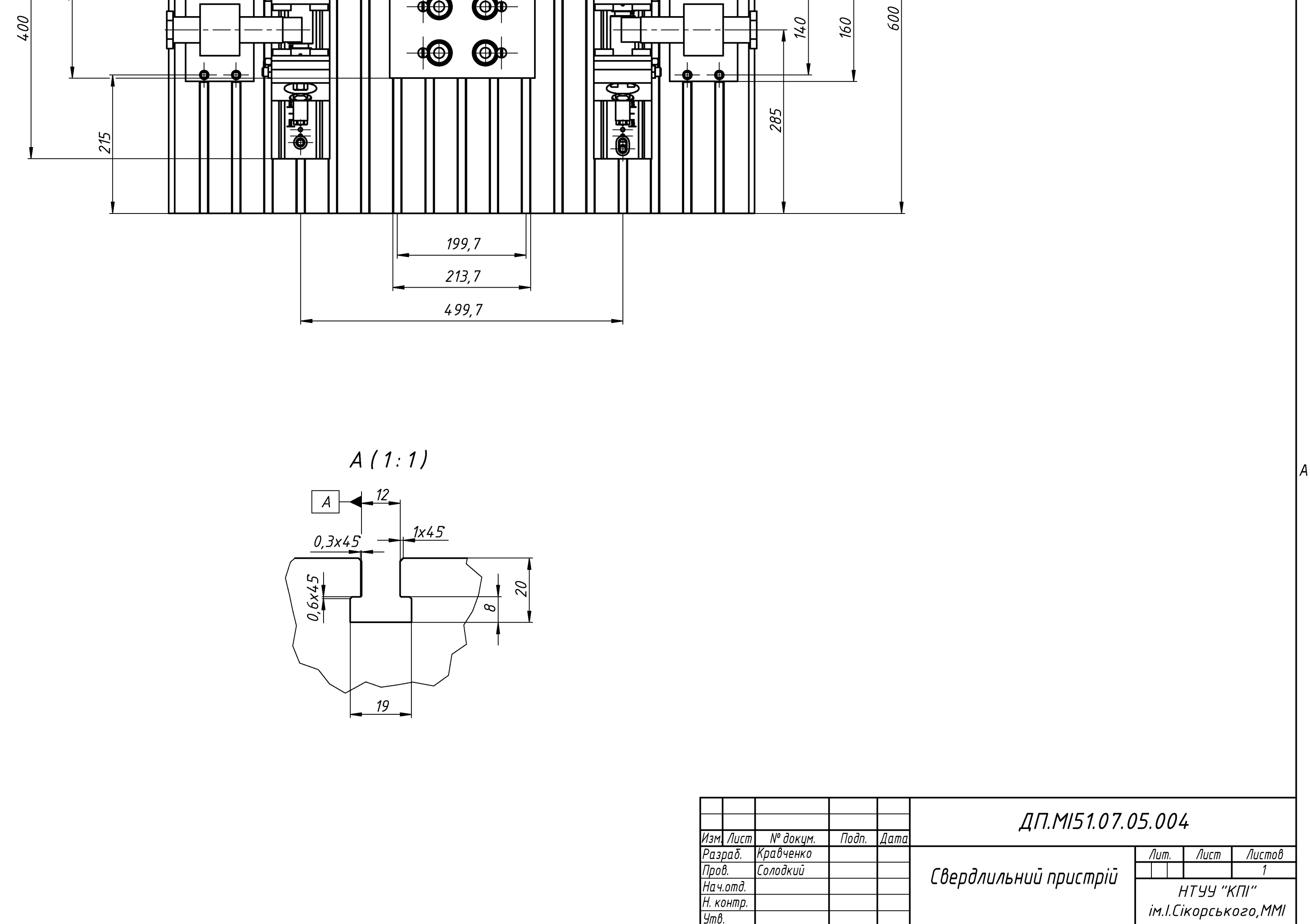
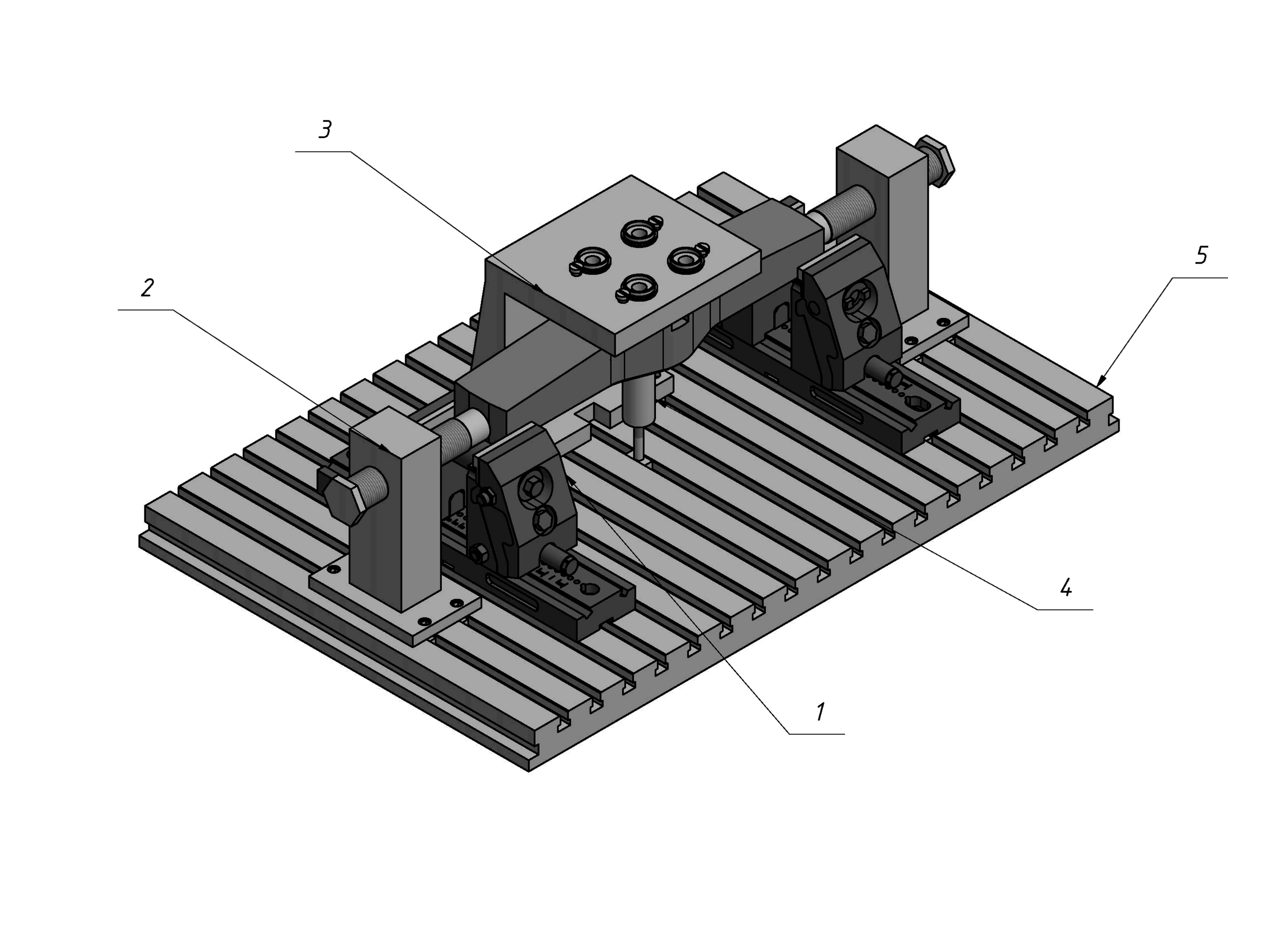


090. Свердління 4 отв. Ø16



Найменування операції	Свердління
S, мм/об	0,34
V, м/хв	35,82
t, мм	25,3
n, об/хв	712

N05 T4 M6  
N10 S1750 M3  
N15 G54  
N20 M8  
N30 G0 X35.921 Y-35.921  
N35 G43 Z15. H4  
N40 G0 Z5.  
N45 G98 G81 X35.921 Y-35.921 Z-26.3  
R4. F736.6

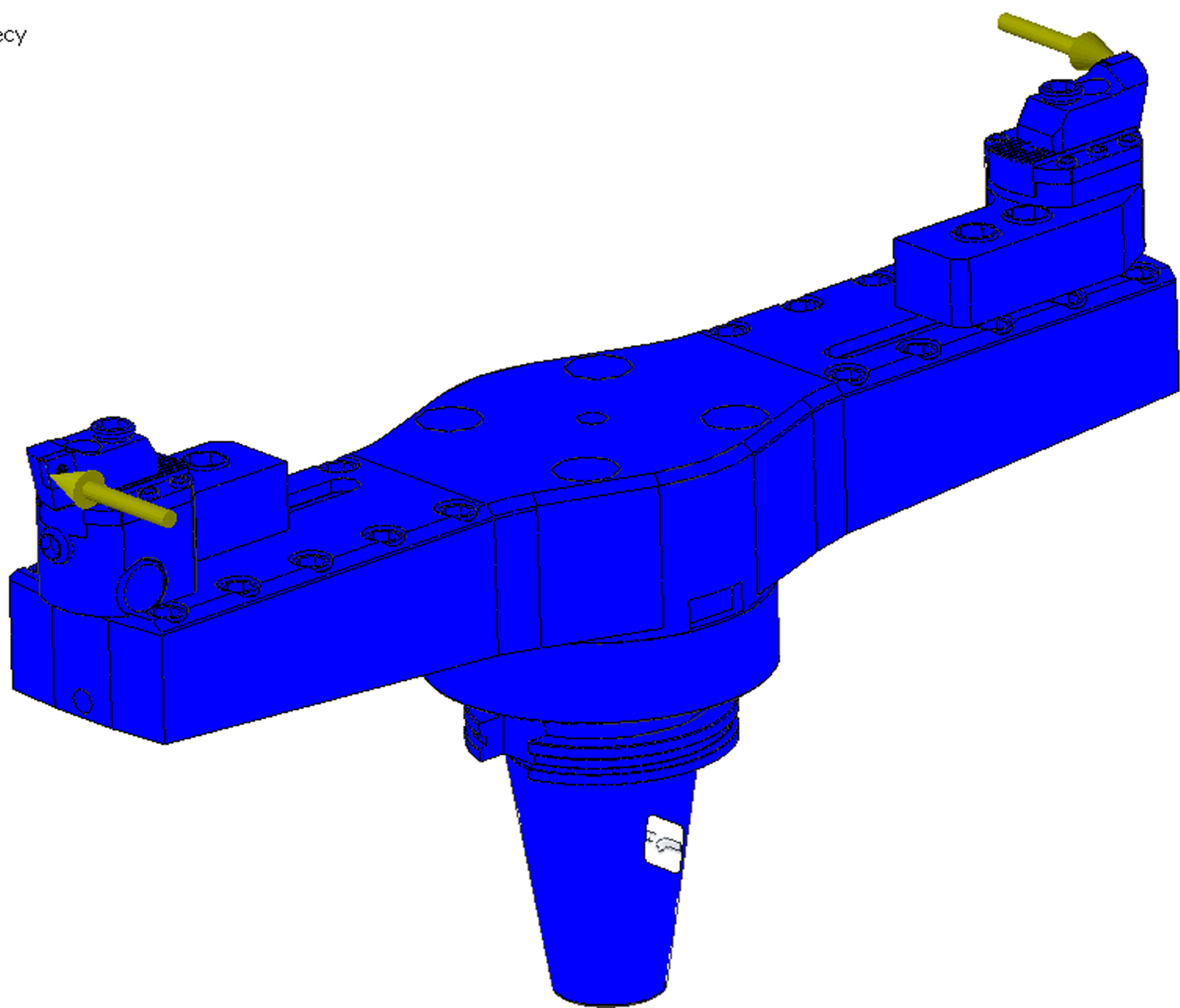
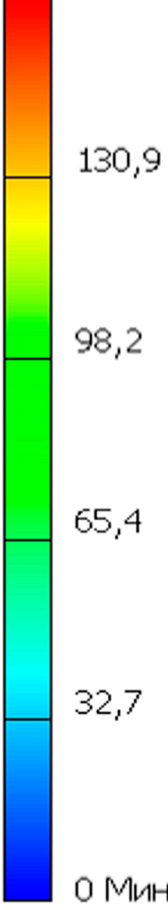




Розрахунок внутрішніх напружень, що діють на  
головку під час роботи.

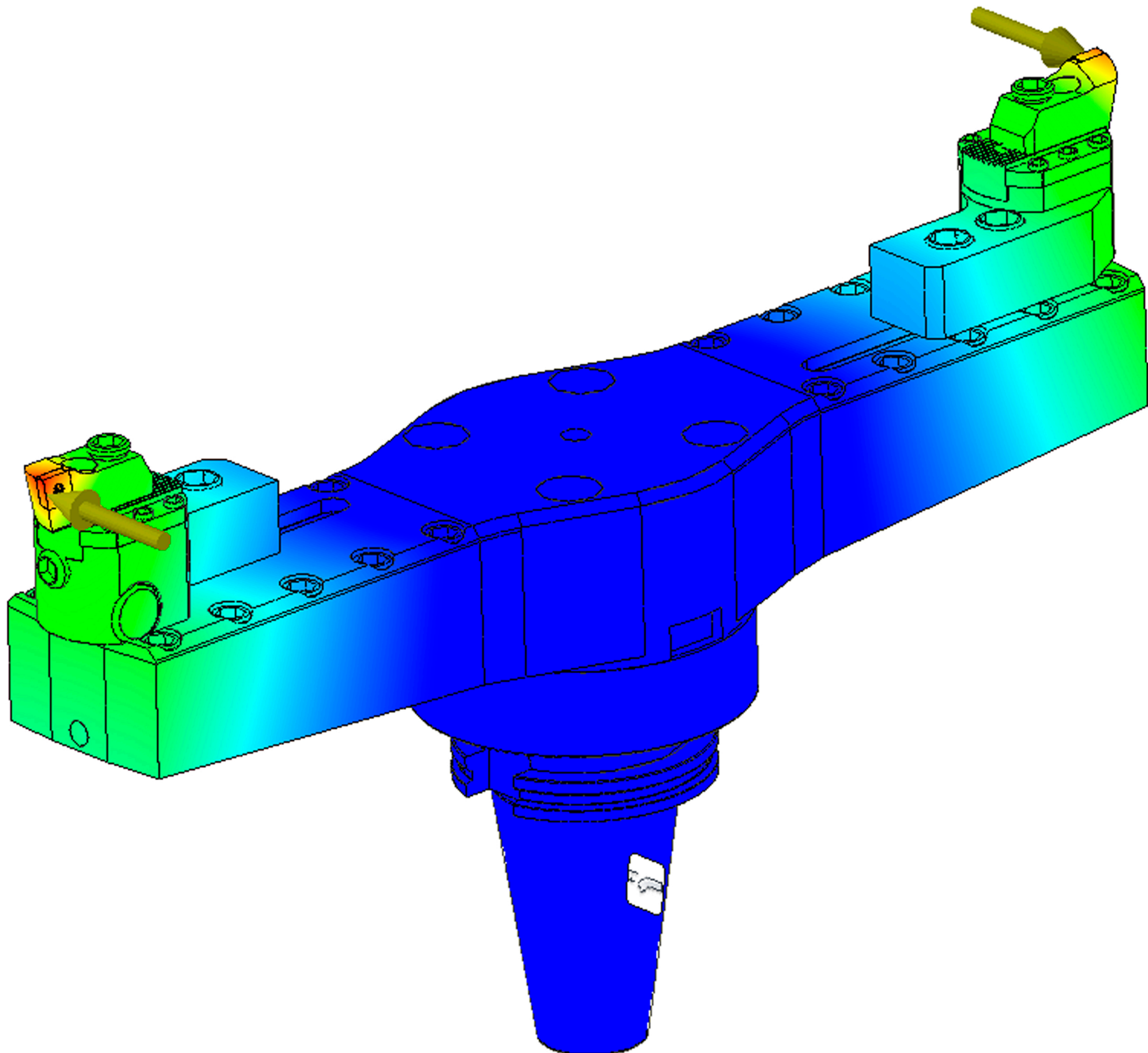
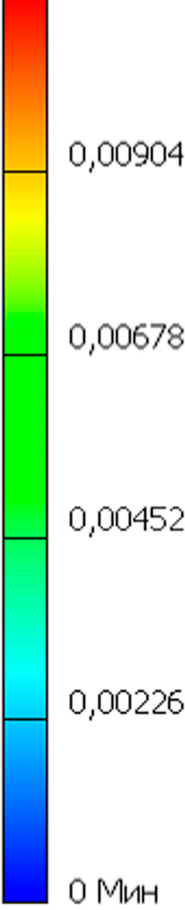
Напруження по Мізесу

Тип: Напряжение по Мизесу  
Единица: МПа  
18.06.2019, 07:35:46  
163,6 Макс



Зміщення

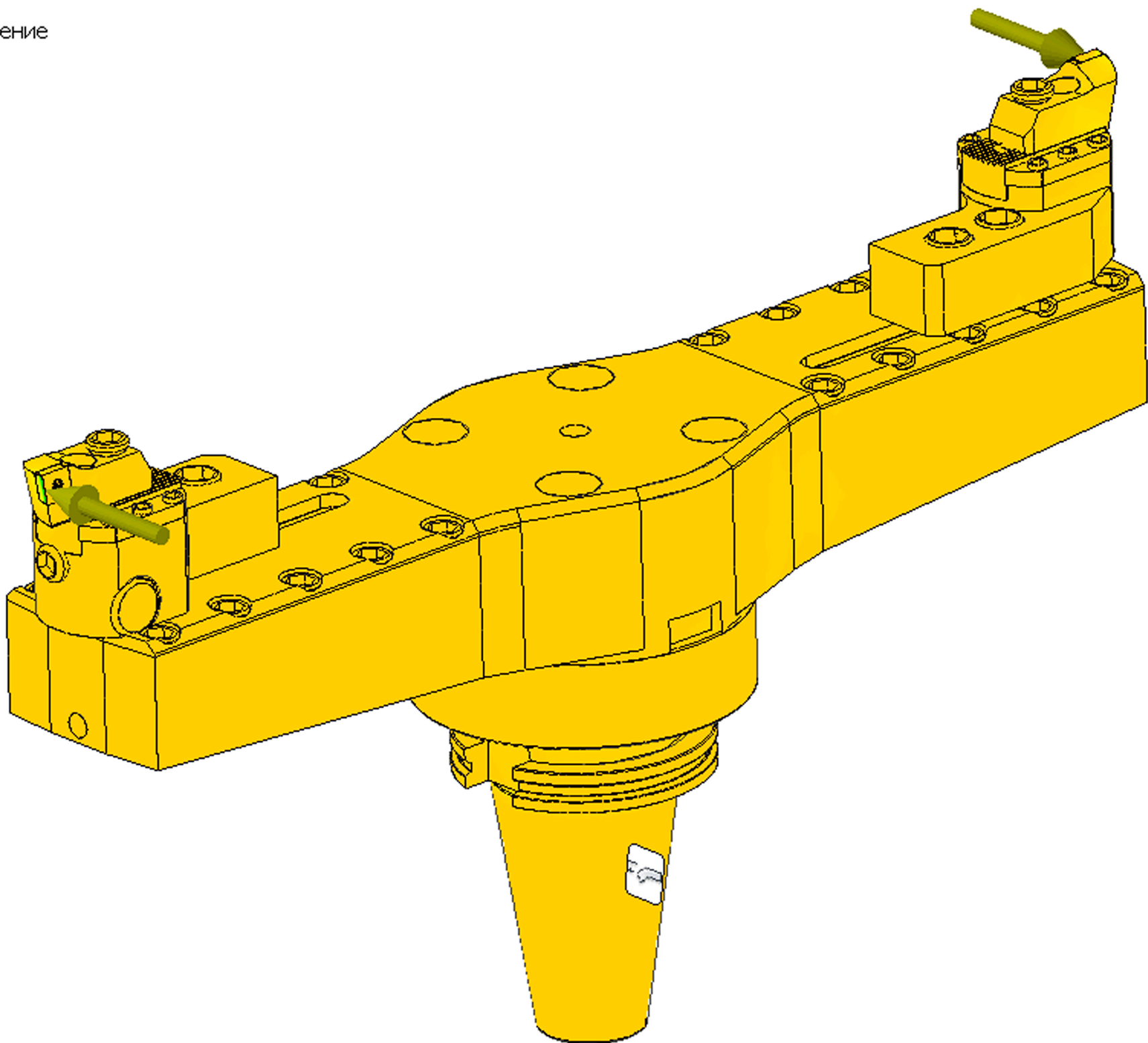
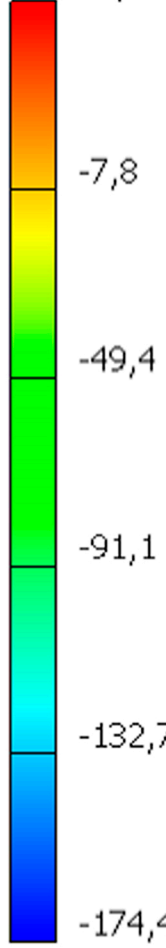
Тип: Смещение  
Единица: мм  
18.06.2019, 07:37:13  
0,0113 Макс



Маса	13,1181 кг
Площа	518163 мм^2
Об'єм	3654610 мм^3
Центр мас	x=4130,32 мм y=463,759 мм z=546,398 мм

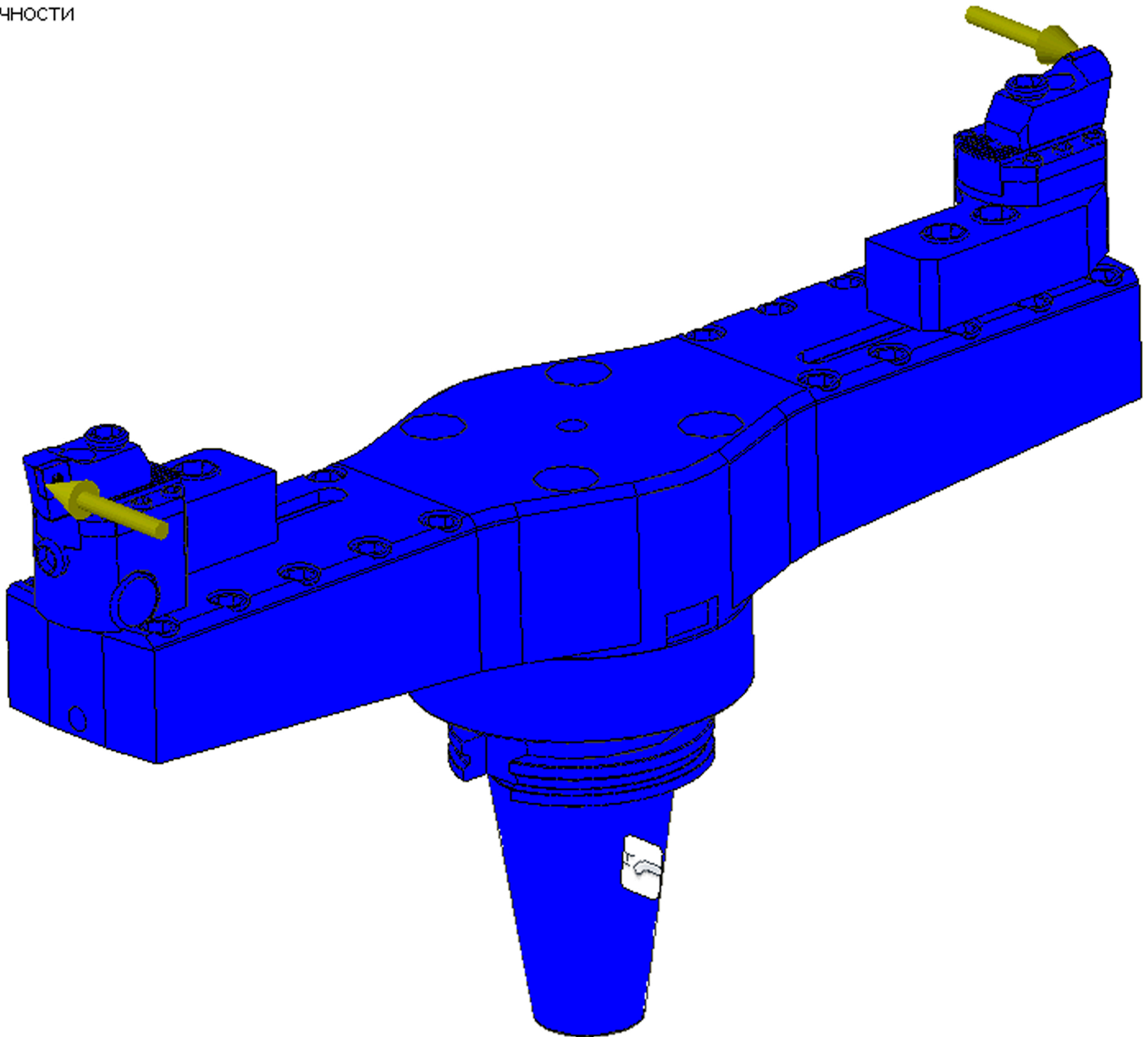
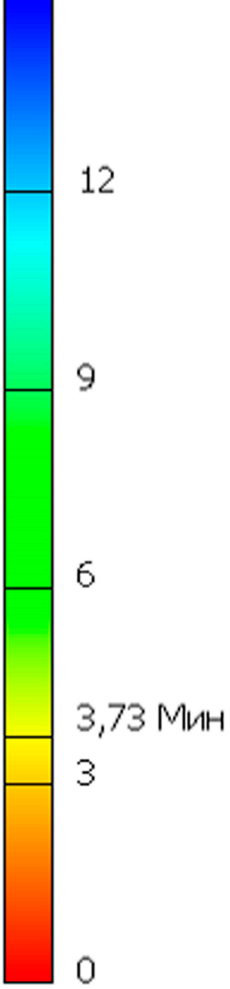
3-є основне напруження

Тип: 3-е основное напряжение  
Единица: МПа  
18.06.2019, 07:36:48  
33,8 Макс



Коефіцієнт запаса міцності

Тип: Коэфф. запаса прочности  
Единица: ul  
18.06.2019, 07:38:05  
15 Макс



Ім'я	Сталь, углеродистая	
Загальні	Масова щільність	7,85 г/см^3
	Межа текучості	350 МПа
	Остаточна межа міцності розтягу	420 МПа
Напруження	Модуль Юнга	200 ГПа
	Коефіцієнт Пуассона	0,29 бр
	Модуль пружності при зсуві	77,5194 ГПа

Ім'я	Сплав кермету	
Загальні	Масова щільність	3,18 г/см^3
	Межа текучості	610 МПа
	Остаточна межа міцності розтягу	610 МПа
Напруження	Модуль Юнга	427,18 ГПа
	Коефіцієнт Пуассона	0,23 бр
	Модуль пружності при зсуві	173,65 ГПа
Наименование деталей	5801472 - ССМТ 120404 МТ 5801472 - ССМТ 120404 МТ	

Pz=165,6H